

PENENTUAN JUMLAH PLATE DAN ENERGI PADA PRODUKSI ALKOHOL FUEL GRADE DENGAN PROSES DISTILASI EKSTRAKSI

**Oleh:
Ely Kurniati**

INTISARI

Ethanol memiliki titik azeotrop pada 95% berat, dimana pada komposisi ini ethanol tidak lagi dapat ditingkatkan kemurniannya melalui distilasi biasa, karena komposisi uap sama dengan komposisi liquidnya. Padahal kebutuhan akan ethanol anhydrous juga cukup besar.

Penelitian bertujuan meningkatkan kemurnian ethanol dengan menggabungkan metode distilasi ekstraksi dan selt effect hingga dapat diperoleh ethanol anhydrous yang melampaui komposisi azeotropnya. Hal ini akan berpengaruh pada harga relative volatilitasnya dan perhitungan jumlah platennya juga kebutuhan energinya.

Solvent yang digunakan adalah ethylene glykol teknis dan garam yang digunakan adalah K_2CO_3 . Kedua bahan ini dicampur dengan komposisi tertentu sebagai entrainer yang dimasukkan kedalam labu distilasi bersama dengan ethanol 70% sebagai feed masuk. Distilasi berlangsung di dalam plate kolom pada tekanan 1 atm dan waktu refluks 1 jam. Distilat yang diperoleh dianalisa kemurnian, perhitungan angka relative volatility, perhitungan jumlah plate dengan metode McCabe-Thiele, dan perhitungan kebutuhan energinya. Sedangkan residu yang dihasilkan berupa etylen glycol-garam-air diproses lagi sehingga entrainer dapat digunakan untuk recycle proses berikutnya.

Hasil kemurnian terbesar 99,74% diperoleh saat ethylene glycol 300 ml dan garam K_2CO_3 55 gr. Dalam kondisi tersebut juga didapatkan jumlah plate sebanyak 7 plate serta kebutuhan energy sebesar 524,89 KJ/Kg. harga relative volatility terbesar (7,1518%) diperoleh saat ethylen glycol 500 ml dan garam K_2CO_3 55 gr.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Intisari	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	v
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN	26
BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1.	Kolom Ditilasi Continue.....	7
Gambar	2.2.	Kolom Distilasi Batch.....	8
Gambar	2.3.	Grafik Kelarutan dari Potassium Karbonat.....	22
Gambar	3.1.	Alat Distilasi Batch.....	27
Gambar	4.1.	Hubungan Antar Kadar Ethanol (%) dengan variasi Penambahan Ethylene Glycol (ml) dan Garam K_2CO_3 (gr).....	32
Gambar	4.2.	Hubungan Antar Relatif Volatility dengan variasi Penambahan Ethylene Glycol (ml) dan Garam K_2CO_3 (gr).....	33
Gambar	4.4.	Hubungan Antar Kebutuhan Energy Dengan Variasi Penambahan Ethylene Glycol (ml) Dan Garam K_2CO_3 (gr)	34

DAFTAR TABEL

Tabel	2.1.	Jenis Solven dan Garam.....	16
Tabel	2.2.	Nama Umum dan Nama IUPAC untuk Beberapa Alkohol	16
Tabel	2.3.	Sifat-sifat Fisik Ethanol	19
Tabel	2.4.	Sifat-sifat Fisik Ethylene Glycol.....	21
Tabel	2.5.	Sifat-sifat Fisik Potassium Carbonate.....	22
Table	2.6.	Sifat-sifat Fisik Bensin Dan Alcohol Fuel Grade	23

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar dari tahun ke tahun semakin meningkat. Padahal persediaan bahan bakar sangat terbatas karena merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Untuk mengatasi krisis tersebut, maka perlu dilakukan pengembangan sumber energi alternative yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan, dan harga terjangkau.

Misalnya, saat ini telah banyak diciptakan bahan bakar alternatif seperti biodiesel dan bioalkohol (alcohol fuel grade). Alcohol fuel grade (alkohol ekstra murni) ini merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang akan menjamin prospek yang baik di masa yang akan datang.

Berdasarkan Kebijakan Pengembangan Energi Nasional, pemerintah merencanakan penggunaan alkohol fuel grade dan biodiesel sekitar 2% dari jumlah bahan bakar nasional pada tahun 2010 dan 5% pada tahun 2025. Berarti, industri alkohol di Industri harus dikembangkan untuk memproduksi alkohol ekstra murni.

Produksi alkohol (ethanol) dengan proses distilasi biasa hanya menghasilkan alkohol dengan kadar maksimum 95,6 % berat, hal ini disebabkan adanya azeotrop homogen atau rendahnya relative volatility. Untuk meningkatkan kadar alkohol hingga diperoleh alcohol fuel grade (alkohol ekstra murni) dengan kadar $> 95,6\%$ berdasarkan kajian literature dan penelitian yang terdahulu digunakan metode distilasi ekstraktif, distilasi azeotrop dan distilasi vakum. Semua metode ini menghasilkan alkohol anhydrous yang dapat digunakan sebagai bahan bakar.

Dalam operasi distilasi, makin tinggi kemurnian produk, makin banyak jumlah plate atau makin besar reflux operasi sehingga menyebabkan meningkatnya energi yang dibutuhkan.

Berdasarkan fakta ini perlu dikaji teknologi yang dapat mengurangi energi dengan tetap mempertimbangkan kualitas produk dengan menggunakan teknologi distilasi ekstraktif. Dengan adanya penelitian distilasi ekstraktif dengan menggunakan solvent ethylene glycol dan garam kalium karbonat perlu dikaji kelayakan teknologi dan efisiensi energinya lebih jauh.

1.2. Tujuan Penelitian

Menentukan jumlah plate dengan menggunakan metode McCabe-Thiele dengan mengkaji relative volatility (α) dan menentukan kebutuhan energi pada produksi alkohol fuel grade melalui proses distilasi ekstraktif

1.3. Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan penelitian penentuan jumlah plate dan energi pada proses produksi alcohol fuel grade dengan proses distilasi ekstraktif dapat memberikan data-data yang diperlukan bagi perencanaan peralatan distilasi untuk skala industri.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Umum

Alkohol atau ethanol (C_2H_5OH) merupakan senyawa karbon berupa cairan yang tidak berwarna, berbau khasm mudah menguap dan terbakar, tidak berjelaga dan warna api kebiruan serta larut sempurna dengan air.

Alkohol dihasilkan dari proses fermentasi gula atau karbohidrat dengan kadar sekitar 10-14% yang selanjutnya ditingkatkan kemurniannya dengan proses distilasi ini hanya mampu menghasilkan alkohol dengan kadar 95,6% berat, hal ini disebabkan adanya azeotrop homogen atau rendahnya relative volatility.

Titik didih ethanol $78,3^{\circ}C$, secara signifikan jauh lebih rendah daripada titik didih air yang $100^{\circ}C$. kenyataannya, campuran biner ethanol-air tidak bisa dipisahkan secara sempurna dan memperoleh 100% ethanol melalui distilasi. Hal ini dikarenakan ethanol-air membentuk suatu campuran azeotrop pada 95% ethanol (fraksi mol 0,89) dan suhu $78,15^{\circ}C$. Sistem azeotrop terjadi karena komposisi kondensat sama dengan komposisi cairan (komposisi vapor = komposisi liquid). Untuk sistem ethanol-air, azeotrop air 5% dan suhu $78^{\circ}C$ seperti terlihat pada gambar kesetimbangan ethanol-air pada gambar 2.1. (Atkins, P.W. 1996)

2.1.1. Distilasi

Distilasi adalah suatu proses untuk memisahkan suatu campuran liquid yang miscible dan volatile menjadi komponen masing-masing. Syarat dasar dari proses distilasi ini adalah komposisi uapnya berbeda dengan komposisi liquidnya pada saat terjadi kesetimbangan.

Proses distilasi secara teoritis tidak dapat menghasilkan produk dengan kemurnian 100% karena semakin mendekati kemurnian maka kerja yang dilakukan alat akan semakin besar. Operasi ini dipengaruhi oleh jumlah plate dalam kolom, harga relative volatility serta kecepatan aliran fase liquid dan fase uapnya. Apabila perbedaan komposisi uap lebih besar dibandingkan komposisi liquidnya maka pemisahan komponen akan lebih mudah dilakukan.

Sebagian data dasar dalam penyelesaian persoalan distilasi adalah data kesetimbangan antara fase liquid dan uap dari system yang didistilasi. Jika ada dua komponen A dan B, dimana komponen A adalah yang lebih volatile ada pada kedua fase, maka ada 4 variabel dalam system ini, yaitu : tekanan (P), temperature (T), konsentrasi A dalam liquid (X) dan konsentrasi A dalam uap (Y). bila tekanan telah ditentukan, maka harga konsentrasi fase uap akan mengikutinya.

Sesuai dengan ini, data kesetimbangan biasanya dinyatakan dalam temperatur dan konsentrasi pada tekanan konstan. Atau dapat pula dinyatakan dengan grafik antara konsentrasi fase uap (Y) vs konsentrasi fase liquid (X) dan grafik semacam ini disebut "kurva kesetimbangan".

❖ Ada beberapa cara untuk membuat kurva kesetimbangan antara lain;

A. Dengan Hukum Raoult

Berdasarkan Hukum Raoult untuk larutan ideal dan biner

$$P_A = P_A^0 \cdot X_A \quad (2.1)$$

Dimana :

P_A = tekanan partial komponen A dalam uap

P_A^0 = tekanan uap murni komponen A pada suhu yang sama

X_A = mol fraksi komponen A dalam liquid

Sedangkan :

$$Y_A = \frac{P_A}{P_A + P_B} \quad (2.2)$$

Dari (2.1) dan (2.2) diperoleh :

$$Y_A = (P_A/P_T) \cdot X_A \quad (2.3)$$

Dimana : P_T = tekanan total system

B. Dengan Relative Volatility

Relatif volatility adalah ukuran keefektifan ratio konsentrasi zat A dalam fase uap terhadap konsentrasi zat B dalam fase uap terhadap konsentrasi zat B dalam fase liquid. Secara matematis, relative volatility adalah perbandingan antara fraksi mol komponen yang lebih volatile pada fase gas dan cair dengan fraksi mol komponen yang tidak volatile pada fase gas dan cair, sehingga persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{Y_A}{Y_B} = \alpha_{AB} \frac{X_A}{X_B} \quad (2.4)$$

Dimana α_{AB} = relative volatility A terhadap B dalam System biner.

$$\alpha_{AB} = \frac{Y_A/X_A}{Y_B/X_B} = \frac{Y_A/X_A}{(1-Y_A)/(1-X_A)} \quad (2.5)$$

Dimana α_{AB} adalah relative volatility A terhadap B dalam System biner.

Jika system mengikuti Huku Raoult, maka berlaku persamaan

$$Y_A = \frac{P_A \cdot X_A}{P}; Y_B = \frac{P_B \cdot X_B}{P} \quad (2.6)$$

Jika persamaan (2.2) disubsitusikan kedalam persamaan (2.1) maka untuk system gas ideal, didapat :

$$\alpha_{AB} = \frac{P_A}{P_B} \quad (2.7)$$

Sehingga persamaan (2.3) dapat disusun menjadi :

$$Y_A = \frac{\alpha \cdot X_A}{1 + (\alpha - 1)X_A} \quad (2.8)$$

Dimana $\alpha_{AB} = \alpha$

Pemisahan mungkin dilakukan nilai $\alpha < 1$ atau $\alpha > 1.0$. nilai relative volatility akan berubah seiring dengan perubahan konsentrasi komponen. Jika system biner mengikuti hokum Roul, relative volatility sering berubah-ubah sedikit pada range konsentrasi yang luas pada tekanan total konstan (Geankoplis. 1993). Pemisahan tidak ekonomis jika relative volatilitynya antara 0.95 – 1.05. karena pada area ini dibutuhkan stage dengan jumlah yang banyak dan reflux ratio (L/D) besar. (Van Winkle, Matthew. 1996).

C. dengan "Vapor-liquid Equilibrium Ratio"

Apabila fase liquid uap tidak mengikuti hokum Raoult, maka dapat dipergunakan "Vapor-liquid Equilibrium Ratio", K dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_A = K_A \cdot X_A \quad (2.9)$$

Dimana:

$$X_A = \frac{1 - K_B}{K_A - K_B} \quad (3.0)$$

Harga K dapat diperoleh dengan cara perhitungan thermodinamika tergantung pada suhu dan tekanan sistem. Untuk beberapa harga K dapat dilihat pada Perr, 3rd, p.569.

D. Dengan Hukum Henry

Hukum lain yang hampir sama dengan hukum Raoult adalah hukum Henry dengan rumus :

$$P_A = H \cdot X_A$$

Dimana :

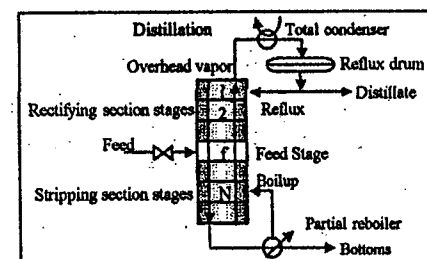
P_A = tekanan partial komponen A

X_A = mol fraksi A dalam liquid

H = konstanta Henry pada suhu tertentu.

> Distillation Continue

Operasi distilat continue biasanya digunakan dalam komposisi jumlah yang besar dan laju alirnya seragam. Pada gambar di bawah ini terlihat bahwa kolom terdiri dari beberapa buah plate dan di bawahnya dirangkaikan sebuah bejana tempat feed (liquid yang akan didistilasi) dan reboiler berupa coil pemanas. Di bagian atas, sama seperti kolom distilasi yaitu dilengkapi dengan kondensor dan accumulator untuk membagi reflux dengan distilat. (Warren L, Mc.Cabe. 1993).



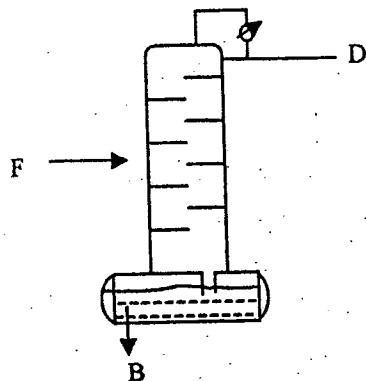
Gambar 2.1. Kolom Distilasi Continue

> Distillation Batch

Pada beberapa industri kimia, terutama bila liquida (feed) jumlahnya kecil distilasi tidak dilakukan secara batch melainkan secara continue.

Begitu pula bila diinginkan distilat dengan kadar yang cukup bervariasi, maka distilasi dilakukan secara batch. (Warren L, Mc.Cabe.1993).

Distilasi batch biasanya dilakukan pada sebuah kolom distilasi yang jumlah platanya sudah tertentu dan feed dimasukkan hanya sekali pada setiap batch beroperasi. Distilasi akan dikeluarkan secara kontinyu, tetapi produk bawah (residu) baru dikeluarkan setelah operasi per batch selesai.



Gambar 2.2. Kolom Distilasi Batch

Pada gambar di atas terlihat bahwa kolom terdiri dari beberapa buah plate dan di bawahnya dirangkaikan sebuah bejana tempat feed (liquida yang akan didistilasi) dan reboiler berupa coil pemanas. Di bagian atas, sama seperti kolom distilasi yaitu dilengkapi dengan kondensor dan accumulator untuk membagi reflux dengan distilat.

Seperti pada distilasi continue, maka dasar distilat akan tergantung pada kadar sisa liquida dalam bejana (residu), jumlah plate yang ada pada kolom, dan reflux ratio operasi.

Sesaat setelah kolom beroperasi, maka akan dihasilkan distilat dengan kadar yang sangat tinggi, sebaliknya residu karena tidak ada feed yang mengalir masuk, akan bertambah menurunnya kadar. Akibatnya kadar distilat berikutnya pun akan menurun. (Foust, Alan Shivers, 1908).

❖ *Penentuan plate ideal*

a. *Metode Mc Cabe-Thiele.*

Metode Mc Cabe-Thiele merupakan sebuah metode matematis-grafis untuk menentukan jumlah plate ideal yang dibutuhkan untuk memisahkan campuran biner A dan B. Metode ini tidak memerlukan data enthalpi yang rinci sehingga penentuan jumlah plate berdasarkan pada garis operasi dan kurva kesetimbangan sistem. Dalam metode ini dianggap bahwa disetiap bagian kolom antara feed dan plate teratas, juga antara feed dan plate terbawah aliran ekuimolar.

b. *Metode Ponchon Savarit*

Metode Ponchon Savarit merupakan sebuah metode yang memerlukan data enthalpy yang lebih terperinci. Penentuan jumlah plate berdasarkan tie-tie pada enthalpy-concentration chart dan kurva kesetimbangan system.

c. *Metode Lewis-Sorel*

Metode ini banyak dipergunakan untuk system multi komponen dan sebagai dasar perhitungan plate dengan komputer. Penentuan plate ideal berdasarkan pada perhitungan analitis dan kurva kesetimbangan.

❖ *Langkah-langkah dalam menentukan plate ideal menggunakan metode Mc. Cabe - Thiele*

- Neraca massa total

$$F = D + B$$

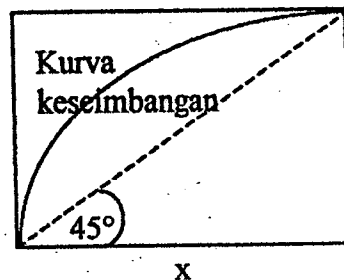
- Neraca massa komponen

$$F X_F = D X_D + B X_B$$

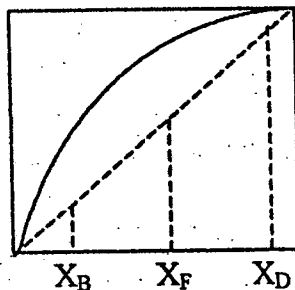
1) Buatlah kurva kesetimbangan dan garis 45°

Data kurva kesetimbangan dapat dinyatakan :

$$y = \frac{\alpha x}{1 + x(\alpha - 1)}$$



2) Letakkan titik-titik X_B, X_F, X_D pada garis horizontal

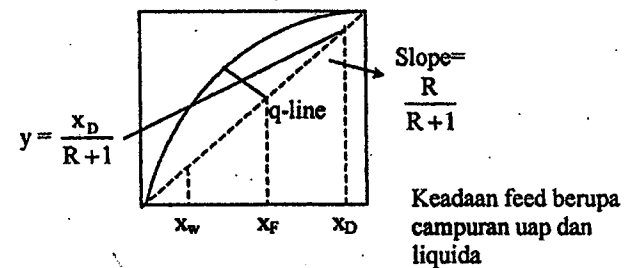


3) Garis Operasi

a. Enriching (Rectifying)

Garis enriching jika diplotkan pada kurva kesetimbangan akan memotong garis diagonal $x = X_D$ dan memotong sumbu

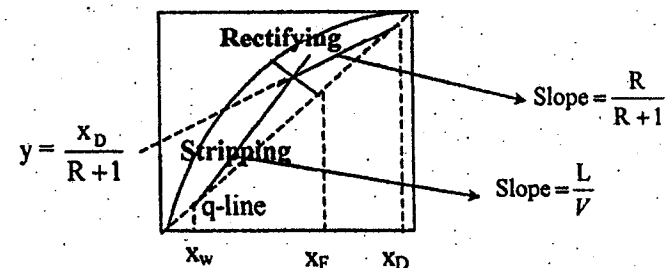
$$y = \frac{X_D}{R+1} \text{ dengan slope} = \frac{R}{R+1}$$



b. Stripping

Garis stripping jika diplot pada kurva kesetimbangan akan memotong garis diagonal $X = X_W$ dan memotong sumbu

$$y = \frac{-B}{V_m + 1} \cdot X_B \text{ Dengan slope} = \frac{Lb}{Vb} \text{ atau dengan memotong titik q-line dengan garis operasi rectifying}$$



4) Feed Plate

Penambahan feed akan mengakibatkan bertambahnya reflux di bagian stripping atau menambah uap bagian rectifying pada bagian rectifying =

$$\text{rate uap} > \text{liq} \rightarrow \text{slope} < 1$$

$$\text{rate uap} < \text{liq} \rightarrow \text{slope} > 1$$

5) Efek kuantitatif pemasukan feed tergantung pada kondisi feed tersebut.

Kondisi feed :

Jenis feed diatas dapat dinyatakan dengan sebuah faktor $q =$ jumlah mol aliran liquid dibagian stripping yang berasal dari pemasukkan 1 mol feed. Besarnya harga q :

$$q = \frac{\text{panas yang diperlukan untuk menguapkan 1 mol feed uap jenuh}}{\text{panas penguapan 1 mol feed}}$$

$$q = \frac{H_v - h_l}{H_v - H_l} = 1 + \frac{C_{pl} (T_b - T_f)}{\lambda}$$

dimana ;

H_v = enthalpi uap jenuh

H_l = enthalpi liquid feed jenuh

h_l = enthalpi feed ketika masuk kolom

C_{pl} = panas jenis lig feed

T_b = t didih feed

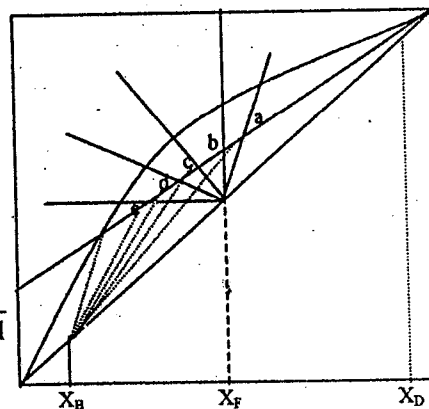
T_f = suhu feed masuk kolom

λ = panas penguapan feed

Jika diplotkan pada kurva kesetimbangan berupa garis lurus yang memotong garis diagonal $X = X_F$ dan slope = $-q/(1-q)$

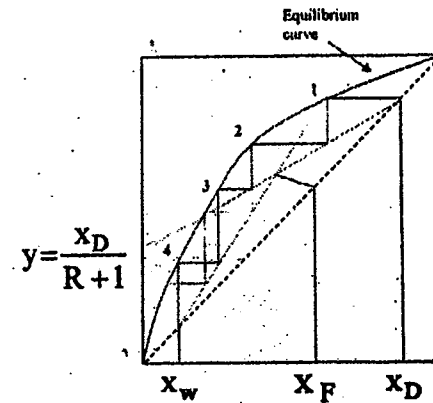
- r_a , feed dingin $q > 1$
- r_b , feed lig jenuh $q = 1$
- r_c , feed comp uap dan lig $0 < q < 1$
- r_d , feed uap jenuh $q = 0$
- r_e , feed uap lewat jenuh, $q < 0$

$$Y = \frac{X_D}{R+1}$$



6) Jumlah plate ideal diperoleh dari segitiga-segitiga diantaranya kurva

kesetimbangan dengan garis operasi. Konstruksi ini dimulai dari titik terbawah garis stripping atau titik teratas garis rectifying



Kebutuhan Energi (Q)

Adanya solvent dalam operasi distilasi dapat meningkatkan harga α , jumlah plate (N) untuk kolom distilasi dapat dinyatakan :

$$N = 4 / (\alpha - 1)$$

Dengan penambahan solvent pada operasi Distilasi Ekstraktif harga α akan meningkat. Dari persamaan ini dapat diketahui makin besar harga α , jumlah plate akan berkurang, bila $\alpha < 1$ jumlah plate akan besar demikian juga diameter kolomnya karena reflux operasinya meningkat.

Meningkatnya harga α juga berpengaruh pada kebutuhan energi yang dikonsumsi untuk kolom Distilasi Ekstraktif. Kebutuhan energi reboiler yang minimum (Q) untuk campuran biner dapat dinyatakan dengan :

$$Q = H_v [1 / (\alpha - 1) + X_F]$$

Dimana : H_v : panas laten penguapan (energi / massa),

X_F : mole fraksi umpan

- Untuk meningkatkan kemurnian alkohol >95.6% digunakan beberapa teknologi distilasi antara lain

1. Distilasi azeotrop

Distilasi ini dioperasikan dengan penambahan solvent organik seperti benzene atau gasoline. Solvent ini merupakan komponen ketiga yang memiliki titik volatilitas yang lebih tinggi dari komponen asalnya, seperti benzene yang lebih volatil daripada alkohol. Tetapi proses ini memiliki kelemahan yaitu pada akhir proses alkohol masih mengandung benzene yang bersifat racun dan jumlah plate yang dibutuhkan cukup tinggi. (Rongqi,Zhou.1998).

2. Distilasi ekstraktif

Distilasi ini merupakan metode pemisahan dengan menggunakan solvent atau garam sebagai bahan untuk ekstraksinya. Solvent ini merupakan komponen ketiga yang ditambahkan kedalam system alkohol-air. Solvent yang ditambahkan harus memiliki volatilitas yang lebih rendah sehingga tidak menguap lebih dulu, mempunyai titik didih yang cukup tinggi dan mempunyai relatif volatilitas yang rendah. Adanya perbedaan relative volatility yang tinggi dapat menghasilkan produk alcohol fuel grade mencapai >99%. Solvent yang efektif digunakan pada proses ini adalah ethylen glycol.

Penggunaan ethylen glycol sebagai solvent mampu menghasilkan produk alkohol berkualitas tinggi, tidak mudah menguap dan membutuhkan solvent yang tidak terlalu banyak, namun ratio solvent terhadap bahan baku cukup besar. Karena solvent digunakan kembali (recycle) cukup besar maka membutuhkan energi yang cukup besar disamping beban liquida dalam kolom distilasi yang besar. Sehingga diperlukan diameter kolom yang besar, beban panas

yang tinggi dan efisiensi platnya rendah. Hal ini mengakibatkan proses menjadi tidak ekonomis. (Rongqi,Zhou.1998).

Pertimbangan dalam pemilihan solvent/entrainer pada proses distilasi ekstraktif ini antara lain:

- Selektivitasnya harus rendah, atau dapat memungkinkan perubahan kesetimbangan uap-liquida campuran biner semula.
- Kapasitas harus tinggi atau kemampuan melarutkan komponen-komponen yang akan dipisahkan harus besar.
- Volatilitasnya harus rendah untuk mencegah terjadinya penguapan solvent.
- Separabilitasnya dengan campuran / komponen yang diikatnya harus mudah dan tidak membentuk campuran azeotrop.
- Harga relatif murah dan mudah didapat.
- Tidak berbahaya dan mudah dipisahkan dari air (limbah solvent seminim mungkin).

3. Distilasi ekstraktif dengan penambahan "salt effect".

Dimana garam dilarutkan kedalam sistem distilasi ekstraktif ethanol-air. Metode ini sangat mudah dan memberikan efek dehidrasi air yang cukup tinggi. Ketika garam digunakan sebagai agent untuk pemisahan campuran liquid-liquid, garam yang belum terlarut diisikan kedalam kolom pada bagian reflux stream secepatnya. Karena garam bersifat non volatile, maka garam akan bergabung bersama fase cair dan alirannya akan menuju kebawah kolom untuk dikondensasikan.

Beberapa jenis garam dan solvent yang dapat digunakan pada distilasi ekstraktif adalah sebagai berikut :

Metode apapun yang digunakan untuk memproduksi ethanol, pasti masih serdapat kandungan air didalam produk tersebut. Kemudian dilakukan pemisahan antara air dan ethanol dengan distilasi.

Walaupun titik didih ethanol 78.3 °C jauh lebih rendah daripada titik didih air yang sebesar 100 °C, campuran ethanol – air tidak dapat dipisahkan secara sempurna dengan distilasi hingga diperoleh 100 % ethanol murni. Hal ini dikarenakan ethanol – air membentuk azeotrop pada 95 % ethanol dan 5% air pada 78.15 °C. Kita tidak dapat memisahkan 95 % ethanol menjadi komponennya melalui distilasi, karena komposisi uap pada kondisi ini sama dengan komposisi liquidnya, sehingga banyak yang menganggap 95% ethanol sebagai alcohol murni.

Berikut sifat — sifat fisik ethanol :

Rumus molekul	CH ₃ CH ₂ OH
Molecular Weight	46.07
Element weight	
C	52.13
H	13.12
O	34.72
Density (pada 20°C) g/cm³	0.7893
Boiling point, °C	78.5
Melting point, °C	- 114.1
Flash point, °C	12.8
Autoignition temperature, °C	423
Flammability limits, vol% di udara	4.3 – 19.0
Vapor pressure (pada 20 °C), mmHg	8.000
Water solubility, %	Infinite (tidak terbatas)
Critical temperature, Tc, °C	243.1
Research Octane Number	111
Motor Octane Number	92
Cetane Number	8

(Othmer, Kirk. *Encyclopedia of Chemical technology*. 1984)

Tabel 2-3. Sifat – sifat Fisik ethanol

Saat ini ethanol banyak tidak hanya digunakan sebagai reagent kimia tetapi semakin meluas, seperti pembuatan minuman beralkohol, sebagai pelarut organik untuk bahan seperti cat, varnish dan obat-obatan. Dan yang paling utama saat ini adalah digunakan sebagai pengganti bahan bakar kendaraan bermotor.

2.1.3. Ethylene Glycol

Ethylene glycol adalah dehydroxyl alcohol yang merupakan senyawa turunan dari hidrokarbon dengan rumus kimia $C_2H_6O_2$. Ethylene glycol merupakan cairan bening, tidak berwarna, mudah terbakar, memiliki tekanan uap rendah, viscous dan memiliki rasa yang manis.

Kegunaan ethylene glycol yang paling umum adalah sebagai pendingin pada radiator serta secara luas digunakan sebagai solvent pada industri cat dan plastic. Sifat fisik dari ethylene glycol adalah sebagai berikut :

Rumus molekul	$C_2H_6O_2$
Tampilan	Cairan viscous tidak berwarna
Melting point	196-198°C
Specific gravity	1.113
Vapor pressure	0.08 mmHg pada 20 °C
Vapor density	2.1
Flash point	110 °C
Autoignition temperature	400 °C
Explosion limits	32 % - 15.3 % (konsentrasi di udara)
Kelarutan dalam air	Larutan dalam semua komposisi
Berat molekul	62.07 daltons

Boiling point (pada 760 mmHg)	387 °F (198 °C)
Freezing point	8.6 °F (-13 °C)
Flammability	111 °C

Tabel 2-4. Sifat-sifat fisik ethylene glycol.

Ethylene glycol adalah anhydrous agent yang mengikat air dengan kuat, reaksi dengan oksidator kuat dan asam, seperti potassium permanganate, sodium peroxide, potassium dichromate dan sebagainya.

Pada industri umumnya digunakan untuk menghilangkan zat pengotor pada suatu campuran zat dan sebagai media reaksi kimia sekaligus pelindung komponen padat (www.sintesa-online.com).

2.1.4. Kalium Carbonate.

Kalium carbonate biasanya dikenal dengan nama Potassium Carbonate dan rumus kimia K_2CO_3 . Potassium carbonate merupakan hasil karbonasi dari potassium hydroxide. K_2CO_3 terbentuk dari senyawa kalium (K^+) dan senyawa karbonate (CO_3^{2-}).

Beberapa sifat fisik potassium carbonate adalah sebagai berikut:

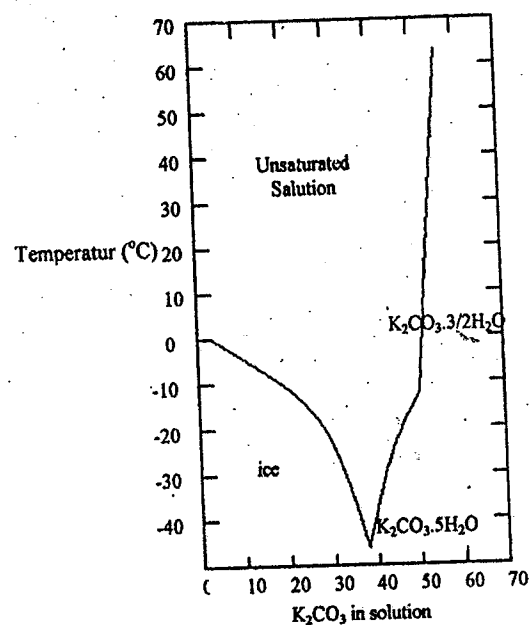
Rumus molekul	K_2CO_3
Tampilan	Butiran kecil berwarna putih
Melting point	891 °C
Specific gravity	2.29
PH	11.6
% volatility (21 °C)	0
Kelarutan dalam air	Larutan dalam air dingin
Berat molekul	138.21

Berta atom – K	39.10
Berat atom – CO_3	60.01
Bentuk kristal	Monoclinik
Kelarutan	53.2 g/ 100 cc air @ 30°C
Titik beku campuran eutentik	- 40 °C

(Kirk & Othmer, Encyclopedia of technology, vol.10)

Tabel 2-5. Sifat-sifat fisik potassium carbonate

Diagram fase kelarutan dari potassium carbonate dalam air dapat ditunjukkan pada gambar 2-1. Dimana kelarutan K_2CO_3 dalam air pada suhu kamar yaitu 30°C adalah sebesar 53.2 gr/100 gr air. Sedangkan pada suhu 50 °C adalah sebesar 54.8 gr/ 100 gr air



Gambar 2-4: Grafik kelarutan dari potassium karbonat

2.1.5. Standarisasi Alkohol Fuel Grade,

Penelitian Mathewson.S.W (1999), "The manual of the home and farm production of alcohol fuel" memberikan informasi tentang kandungan energi bahan bakar ethyl alcohol dan pentingnya jumlah energi yang dihasilkan dari prose pembakaran. Bila alkohol dibakar maka ion hidroksil akan bergabung dengan atom hydrogen membentuk molekul air. Data dari penelitian ini didapat sifat fisik dan alkohol fuel grade dan bensin yang nantinya dapat digunakan sebagai standarisasi sifat fisik bensin alkohol fuel grade.

Sifat fisik	Bensin	Alkohol fuel grade
Formula kimia	Komplek	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Perat molekul	Komplek	46
Nilai bakar (Btu/lb)		
High value	20.250	12.780
Low value	19.000	11.550
Panas laten penguapan (Btu/lb)	140	361
Spesifik gravity (60 °C)	0.745	0.194
Ratio stoichiometry	15 : 1	9 : 1
Suhu didih (°F)	100 – 400	173.3
Angka oktan	80	106
Energy dari campuran stoichiometry (Btu/ft ³)	94.8	94.3

Tabel 2-6. Sifat-sifat fisik bensin dan alcohol fuel grade.

2.2. Landasan Teori

Larutan ethanol – air pada komposisi 95% berat ethanol (fraksi mol 0,89) sudah tidak dapat ditingkatkan kembali konsentrasinya melalui distilasi

biasa, karena ethanol – air merupakan sistem larutan biner yang membentuk azeotrop. Pada kondisi ini, komposisi fase uap sama dengan komposisi fase liquid, sehingga tidak lagi terjadi perubahan fase dari ethanol. Untuk meningkatkan konsentrasinya dan memperoleh anhydrous ethanol dengan kadar ethanol > 95% dapat dilakukan dengan cara menambahkan komponen ketiga yang dapat merubah atau meningkatkan relatif volatilitas sistem.

Salah satu cara yang dapat menjadi pilihan bagi distilasi ethanol adalah distilasi ekstraktif dan salt effect, kemudian memanaskannya pada titik didih ethanol. Komponen ketiga yang ditambahkan akan mempengaruhi komposisi fase liquid dan fase uap sehingga relative volatility sistem berubah. Perubahan relatif volatility ini akan berpengaruh pada kurva kesetimbangan ethanol – air yang akan berpengaruh pada penentuan jumlah plate dan energi yang dibutuhkan.

Cara untuk menentukan jumlah plate, salah satunya dengan menggunakan Mc. Cabe – Thiele, merupakan sebuah metode matematis-grafis untuk menentukan jumlah plate ideal yang dibutuhkan untuk memisahkan campuran biner A dan B. Metode ini tidak memerlukan data enthalpi yang rinci sehingga penentuan jumlah plate berdasarkan pada garis operasi dan kurva kesetimbangan sistem. Dalam metode ini dianggap bahwa disetiap bagian kolom antara feed dan plate teratas, juga antara feed dan plate terbawah aliran ekuimolar.

2.3. Hipotesis.

Penambahan garam K_2CO_3 kedalam ethylen glycol akan meningkatkan relative volatilitas ethanol-air sehingga memungkinkan diperolehnya ethanol dengan kadar yang melampaui komposisi azeotrop. Hal ini akan berpengaruh terhadap pembentukan kurva kesetimbangan baru ethanol-air

sehingga berpengaruh juga terhadap kebutuhan plate ideal dan kebutuhan energi yang semakin kecil.

BAB III

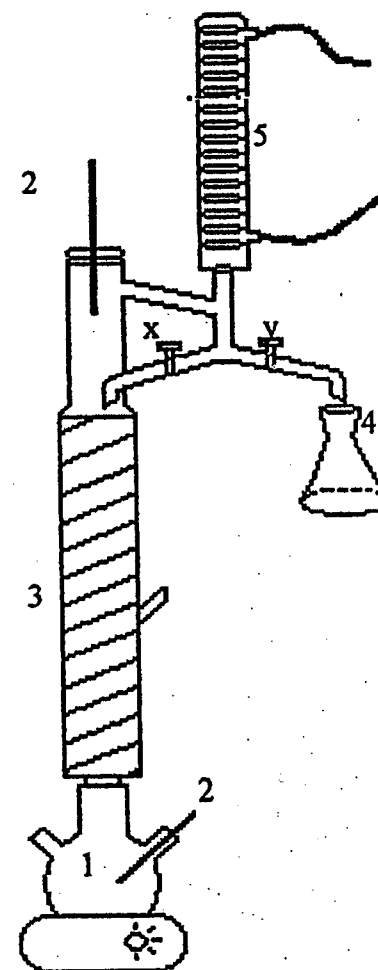
PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Bahan – bahan yang digunakan

- Ethanol 70 %
- Ethylene glycol
- Kalium karbonat (K_2CO_3)
- NaOH 0,1 N untuk analisa
- Indikator Methyl Orange (MO) dan Phenolptalein (PP)

3.2. Alat dan Rangkaian Alat

Dalam melakukan proses distilasi ekstraktif dengan penambahan kalium karbonat pada solvent ini, digunakan seperangkat peralatan distilasi kolom berpacking. Digunakan dua buah thermometer 250 °C, dan erlemeyer untuk menampung hasil distilat serta analisa produk. Selain itu juga diperlukan labu takar, statif, klem penjepit, timbangan, piknometer, dan mantel/jaket pemanas.



Gambar 3.1. Alat Distilasi Batch

Keterangan Gambar :

1. Labu leher tiga.
2. Termometer.
3. Kolom distilasi.
4. Erlenmeyer

5. Kondensor.

6. X dan Y : kran.

3.3. Peubah

Berdasarkan penelitian terdahulu (Ghoura Cristata K. dan Saryatun Andrimar K. 2006), bahan yang digunakan adalah ethylene glycol dan garam K_2CO_3 dimana kondisi terbaik pada penambahan 55 gr K_2CO_3 dan 300 ml Ethylen Glykol didapatkan kemurnian ethanol terbesar 99,74 %. Sedangkan harga relative volatility terbesar 7,1518 pada penambahan 55 gr K_2CO_3 dan 500 ml Ethylene Glykol.

Peubah – peubah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.3.1. Kondisi yang ditetapkan

1. Volume feed ethanol 70 %, 350 ml.
2. Waktu reflux 60 menit.

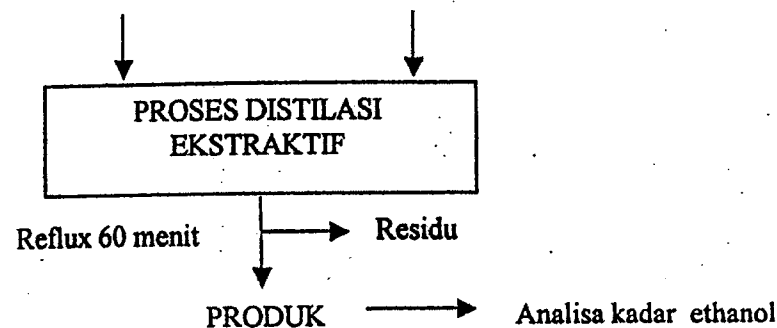
3.3.2 Peubah yang dijalankan

1. Konsentrasi kalium karbonat terhadap solvent ethylene glycol (gr K_2CO_3 / ml solvent): 15 ; 25 ; 35 ; 45 ; 55.
2. Ratio ethanol dengan ekstraktif (solvent + kalium karbonat): 3.5:1 ; 3.5:2 ; 3.5:3 ; 3.5:4 ; 3.5:5.

3.4. Skema Penelitian.

350 cc ETHANOL 70%

SOLVENT + K_2CO_3



3.5. Metode Penelitian

350 ml ethanol 70 % dimasukkan kedalam labu distilasi. Ethylene glycol dan kalium karbonat (K_2CO_3) disiapkan dengan konsentrasi campuran dan komposisi tertentu sesuai variable. Labu dipanaskan sampai suhu 65 °C. Campuran ethylene glycol dan kalium karbonat dimasukkan kedalam labu leher tiga. Kemudian dipanaskan hingga sebagian ethanol menguap, suhu dijaga konstan. Setelah 60 menit refluks dibuka. Setelah diperoleh hasil distilat yang cukup dilakukan analisa terhadap distilat. Residu yang berupa campuran ethylene glycol — kalium karbonat — air distilasi (dipanaskan) hingga semua air habis menguap. Dari distilasi kedua, air akan keluar sebagai distilat. Residu yang berupa ethylene glycol dan kalium karbonat yang digunakan sebagai recycle solvent bagi proses distilasi berikutnya dengan variable yang berbeda.

3.6. Metode Analisis dan Perhitungan

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa perlakuan sebagai berikut :

1. Penentuan kurva kesetimbangan

Penentuan kurva kesetimbangan dihitung dari harga relative volatility (didapat dari peneliti terdahulu : Ghoura Cristata K. dan Saryatun Andrimar K. 2006) .

2. Penentuan jumlah plate dengan menggunakan metode McCabe-Thick.

Penentuan jumlah plate dengan metode Mc.Cabe - Thiele berdasarkan pada garis operasi dan kurva kesetimbangan sistem yang diperoleh dari harga relative volatility (α).

3. Kebutuhan Energy (Q)

Dengan meningkatnya harga α akan berpengaruh pada jumlah plate dan kebutuhan energi yang digunakan untuk kolom distilasi ekstraktif. Kebutuhan energi untuk campuran biner dapat dinyatakan dengan :

$$Q = H_v [1 / (\alpha - 1) + X_F]$$

H_v : panas latent penguapan (energi/massa)

X_F : mole fraksi umpan

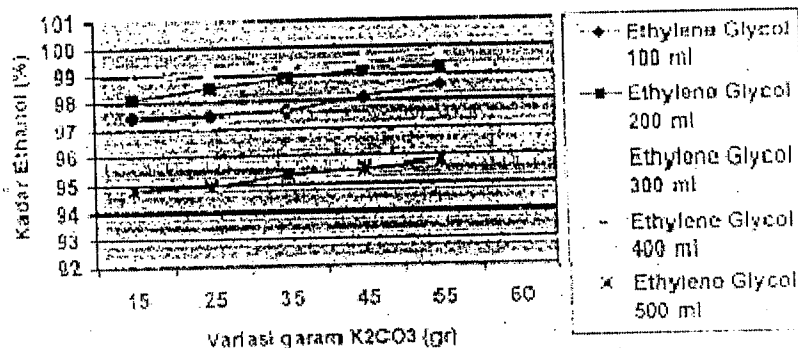
BAB IV DATA HASIL PENELITIAN

IV.1. Data Hasil Penelitian

Ethylene Glycol (ml)	K ₂ CO ₃ (gr)	Suhu (°C)	ρ ethanol (gr/ml)	% Berat	Relative Volatilitas (α)	jumlah plate	Q
100	15	86	0.792	97.43	3.481	9	834.20
	25	86	0.7918	97.5	3.519	9	824.35
	35	86	0.7914	97.63	3.559	8	814.24
	45	87	0.7899	98.13	5.594	7	501.57
	55	87	0.7876	98.56	5.632	7	498.00
200	15	90	0.79	98.1	4.3432	7	658.00
	25	93	0.7887	98.53	4.422	7	646.53
	35	93	0.7877	98.86	4.4618	7	640.35
	45	94	0.7867	99.17	4.4954	7	635.60
	55	97	0.7867	99.19	4.5186	8	633.22
300	15	99	0.7878	98.83	5.2828	6	536.73
	25	101	0.7869	99.12	5.305	6	534.97
	35	103	0.7861	99.38	5.338	7	532.08
	45	104	0.7856	99.54	5.369	7	529.14
	55	104	0.785	99.74	5.41	7	524.89
400	15	106	0.794	96.75	6.1638	5	457.95
	25	106	0.7931	97.06	6.1988	5	455.23
	35	108	0.7914	97.63	6.2249	5	453.73
	45	109	0.7911	97.73	6.2575	5	451.50
	55	110	0.791	97.89	6.2905	5	449.26
500	15	111	0.8001	94.83	7.046	4	399.17
	25	112	0.7993	94.95	7.0803	4	397.37
	35	114	0.798	95.36	7.1014	4	396.56
	45	114	0.7967	95.54	7.1408	4	394.28
	55	116	0.7975	95.82	7.1518	4	394.09

1V.2. Gambar Grafik

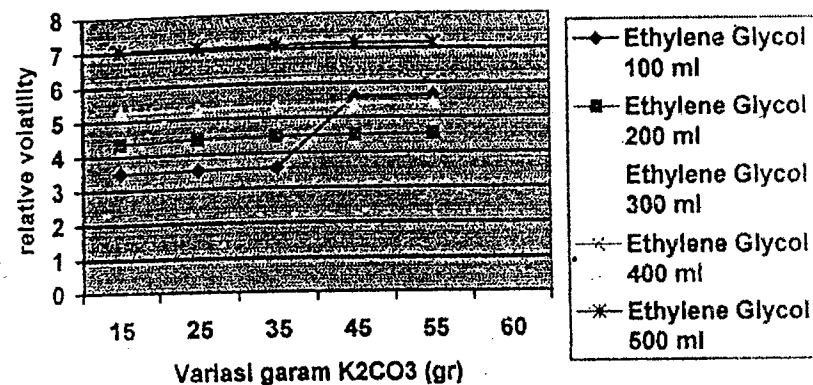
A. Pengaruh variasi penambahan garam K_2CO_3 (gr) dalam Ethylene Glycol (ml) terhadap kadar Ethanol (%)



Gambar 4.1. Hubungan antara Kadar Ethanol (%) dengan Variasi Penambahan Ethylene Glycol (ml) dan Garam K_2CO_3 (gr).

Dari data diatas menunjukkan bahwa dengan penambahan ethylene glycol dan garam K_2CO_3 yang bervariasi dapat meningkatkan kadar kemurnian ethanol. Hal ini dikarenakan ethylene glycol memiliki volatilitas yang lebih rendah dari komponen semula (ethanol – air) sehingga tidak mudah menguap. Dan garam merupakan senyawa yang non volatile dan mampu mengikat air (memiliki efek dehidrasi yang cukup tinggi). Sehingga didapatkan kadar ethanol yang tertinggi yaitu sebesar 99,74% berat pada variasi penambahan garam K_2CO_3 sebesar 55 gr yang dilarutkan dalam 300 ml ethylene glycol

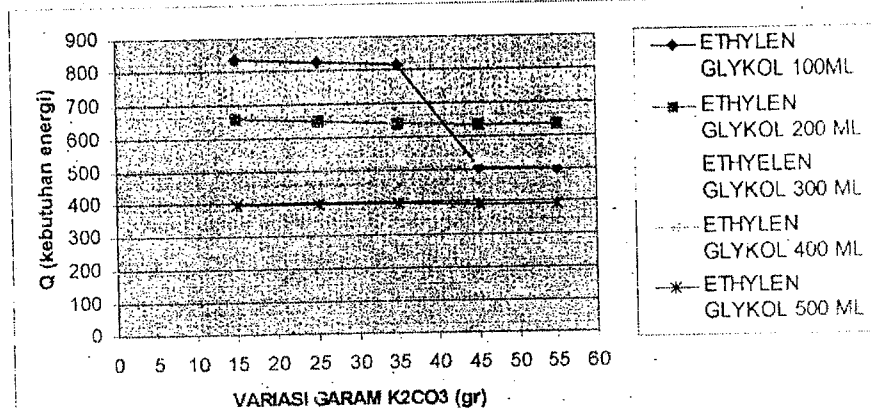
B. Pengaruh variasi penambahan garam K_2CO_3 (gr) dalam Ethylene Glycol (ml) terhadap relative volatility (α).



Gambar 4.2. Hubungan antara Relatif Volatility dengan Variasi Penambahan Ethylene Glycol (ml) dan Garam K_2CO_3 (gr).

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa "semakin banyak garam yang ditambahkan dan semakin banyak penambahan ethylene glycol maka relative volatility (α) semakin meningkat". Relative volatility merupakan factor yang sangat penting dalam proses pemisahan pada system distilasi, dimana 2 komponen yang saling melarut seperti ethanol – air dapat dipisahkan jika α tidak mendekati 1 atau sama dengan 1. Dan data didapat hasil relative volatility (α) terbesar adalah 7,1518 pada saat ethylene glycol 500 ml dan pada saat penambahan garam K_2CO_3 sebanyak 55 gram.

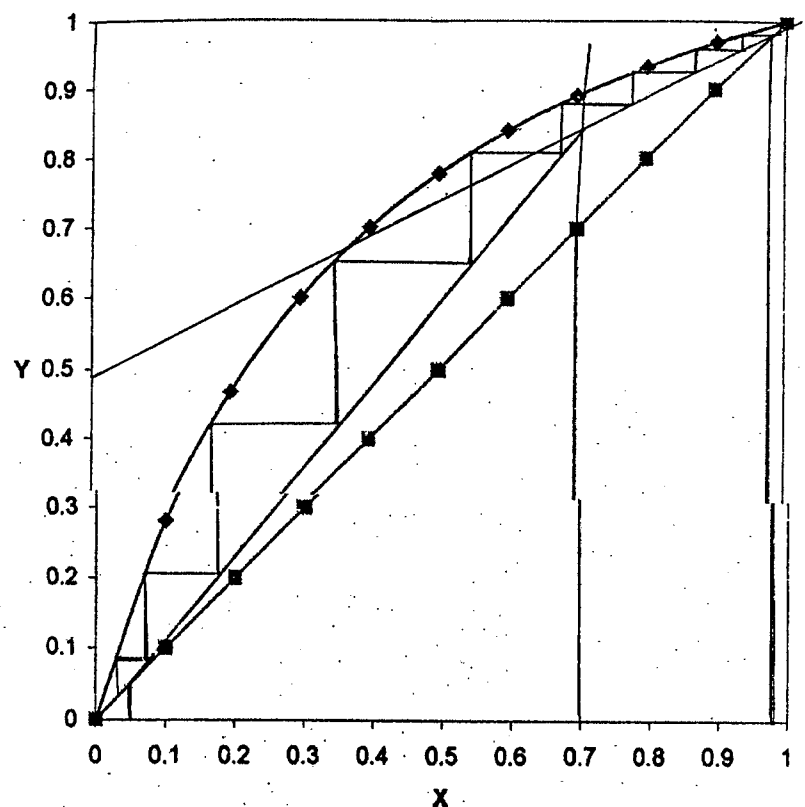
C. Pengaruh variasi penambahan garam K_2CO_3 (gr) dalam Ethylene Glycol (ml)



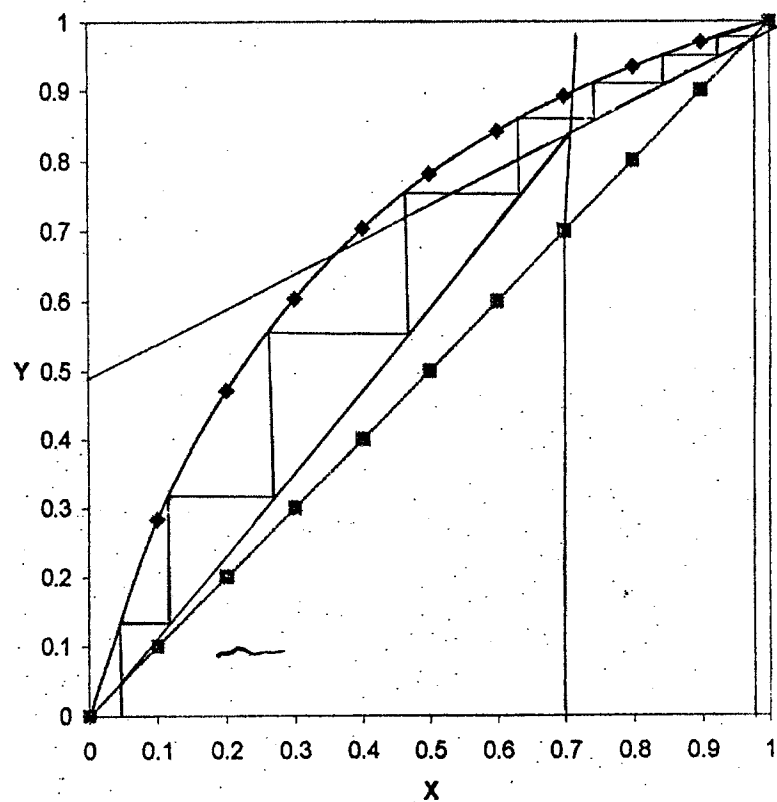
Gambar 4.4. Hubungan antara kebutuhan energi dengan Variasi Penambahan Ethylene Glycol (ml) dan Garam K_2CO_3 (gr).

Dari data diatas kebutuhan energi semakin menurun seiring dengan penambahan ethylene glycol dan garam K_2CO_3 . Hal ini dikarenakan oleh adanya meningkatnya harga α berpengaruh pada kebutuhan energi yang dikonsumsi untuk kolom Distilasi Ekstraktif Semakin tinggi harga α maka semakin sedikit / rendah energi yang dibutuhkan. Pada saat penambahan 300 ml ethylene glycol dan 55 gr garam K_2CO_3 diperoleh kemurnian ethanol yang paling besar 99,74 % berat dan membutuhkan energi sebesar 524.89 KJ/Kg.

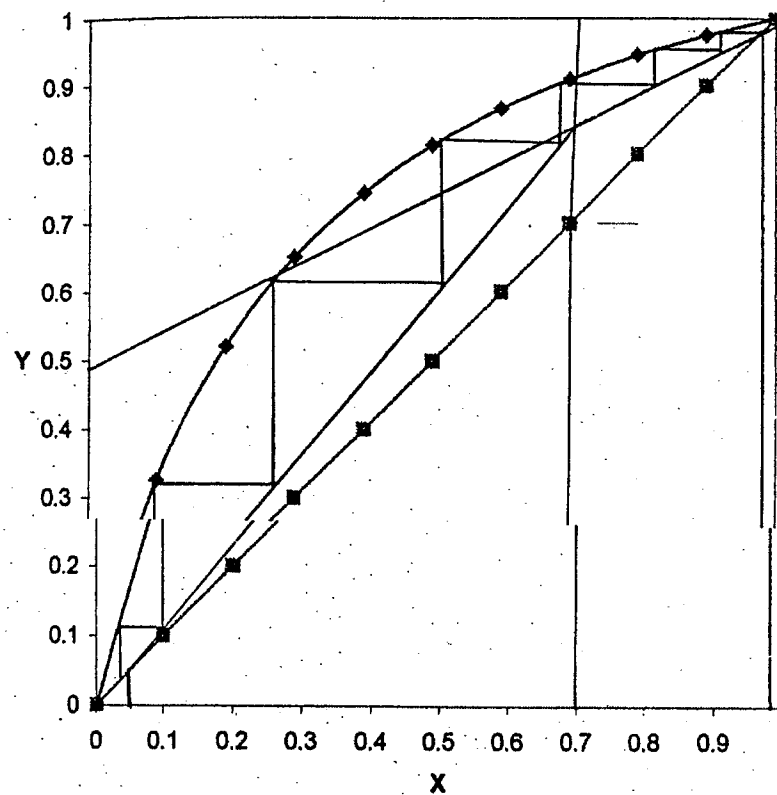
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 3,519$
DENGAN JUMLAH PLATE = 9 buah dan $Q = 824,35$ KJ/Kg



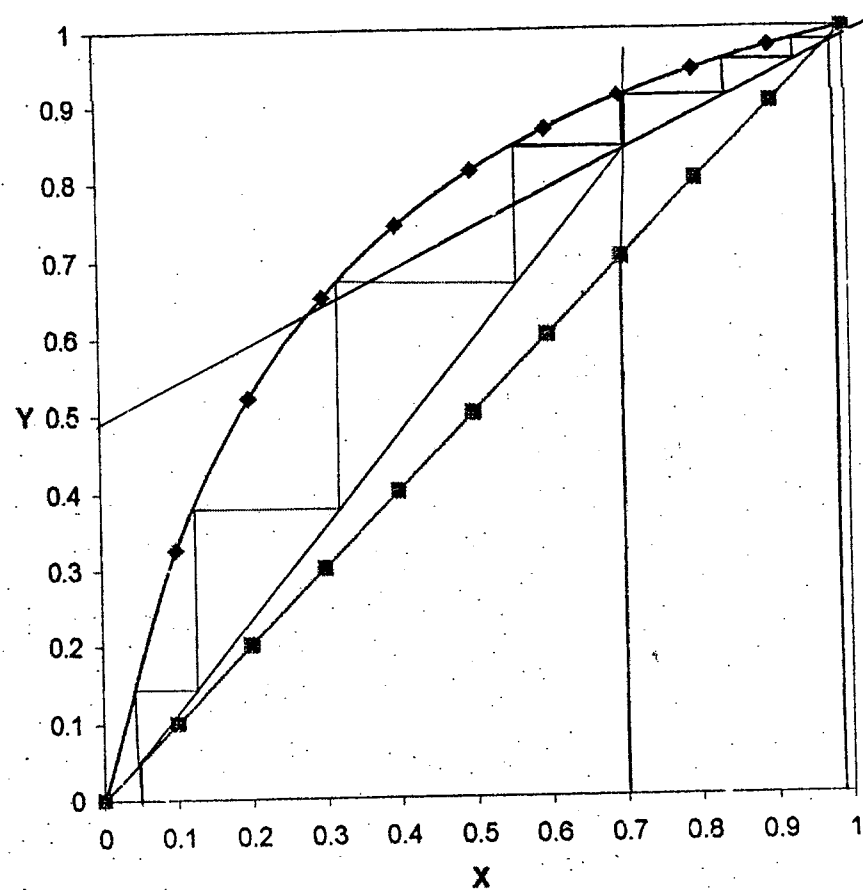
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $a = 3,55$
 DENGAN JUMLAH PLATE = 8 buah dan $Q = 814,24$ KJ/Kg



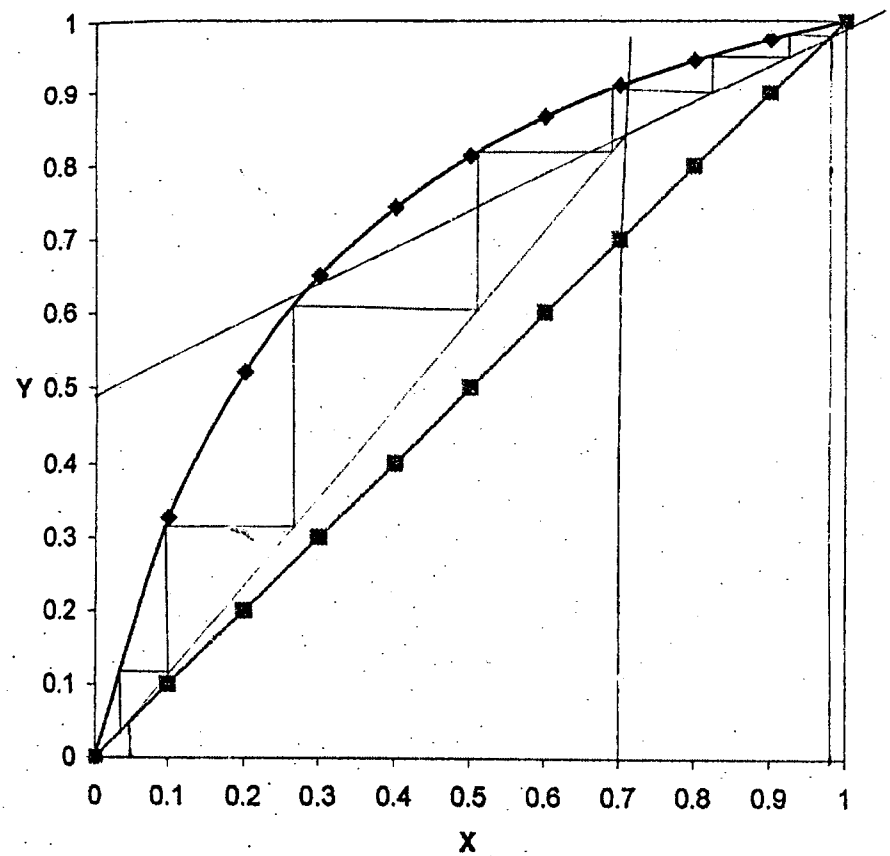
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $a = 5,594$
 DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 501,57$ KJ/Kg



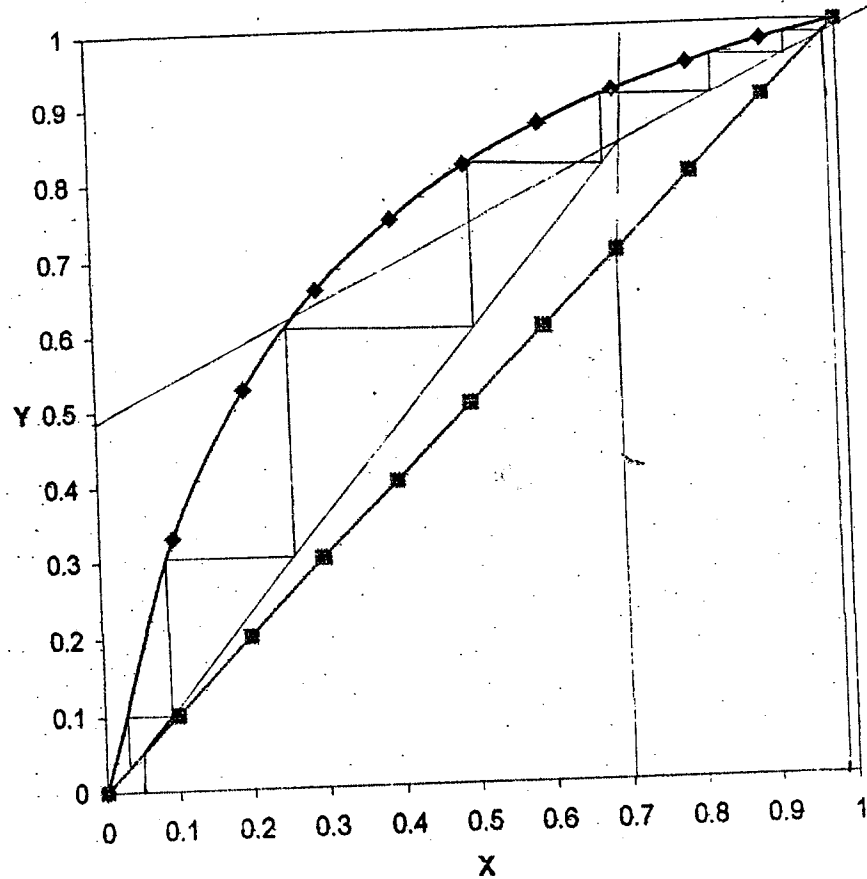
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $a = 5,632$
DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 498$ KJ/Kg



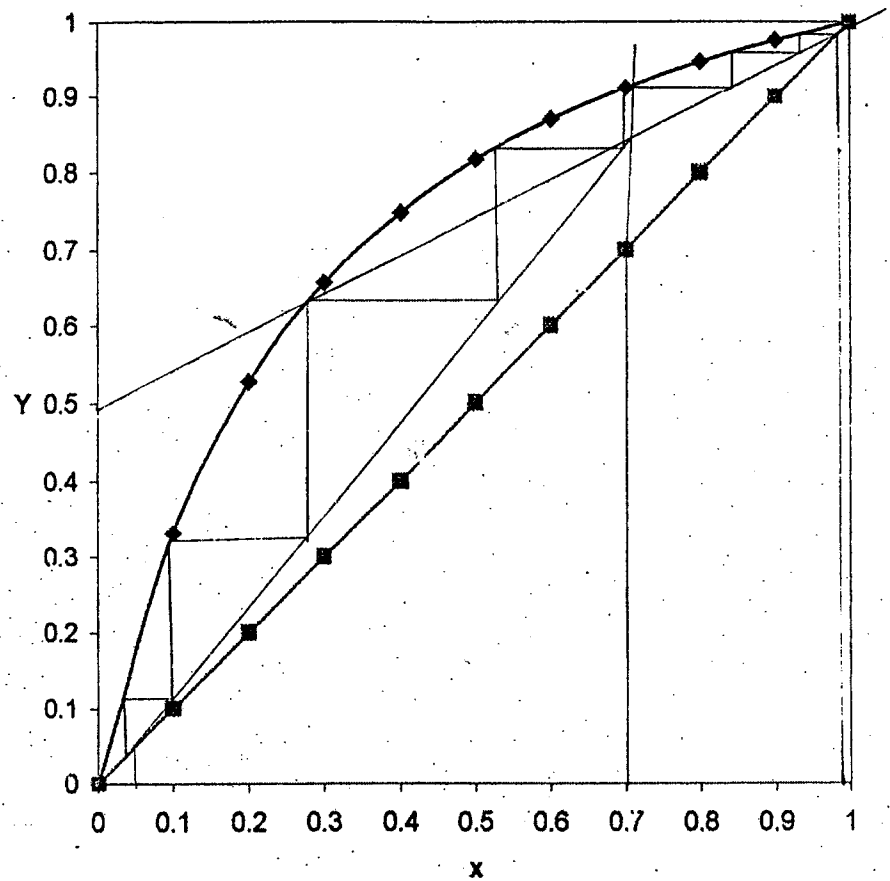
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $a = 4,3432$
DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 658$ KJ/Kg



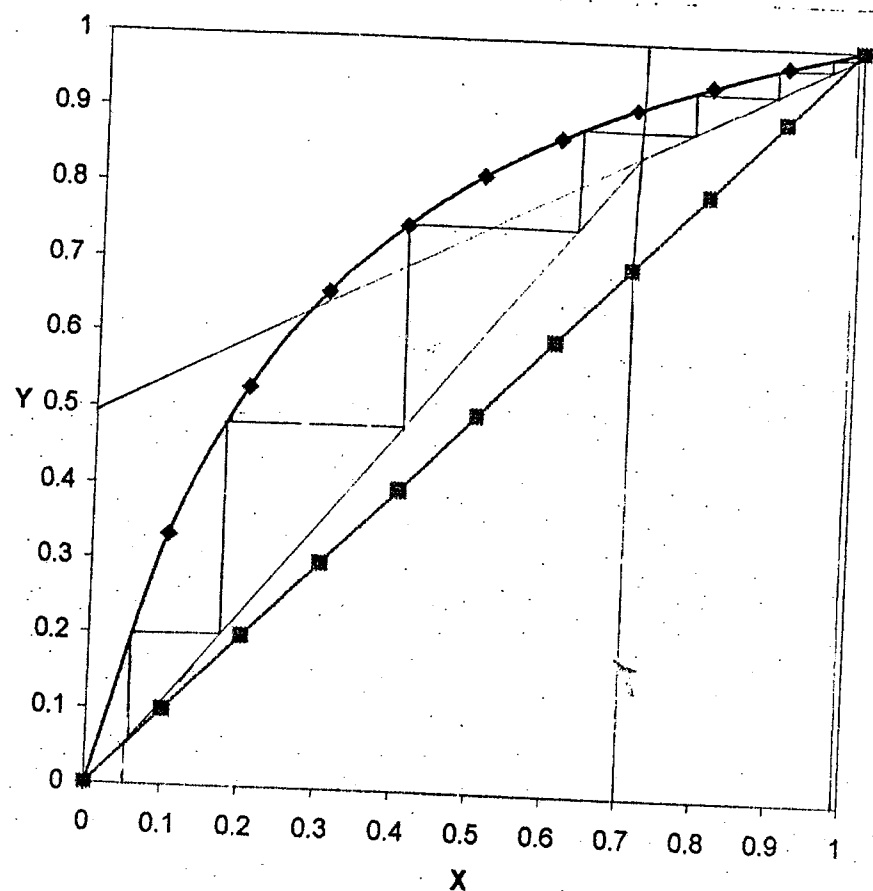
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 4,422$
DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 646,53$ KJ/Kg



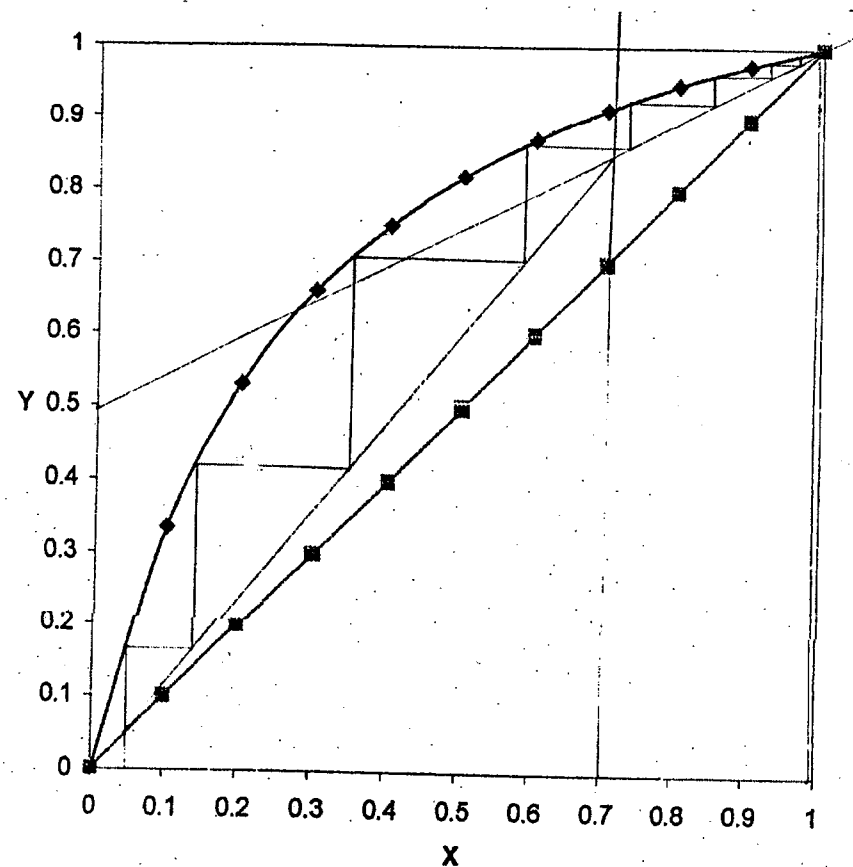
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 4,4618$
DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 640,35$ KJ/Kg



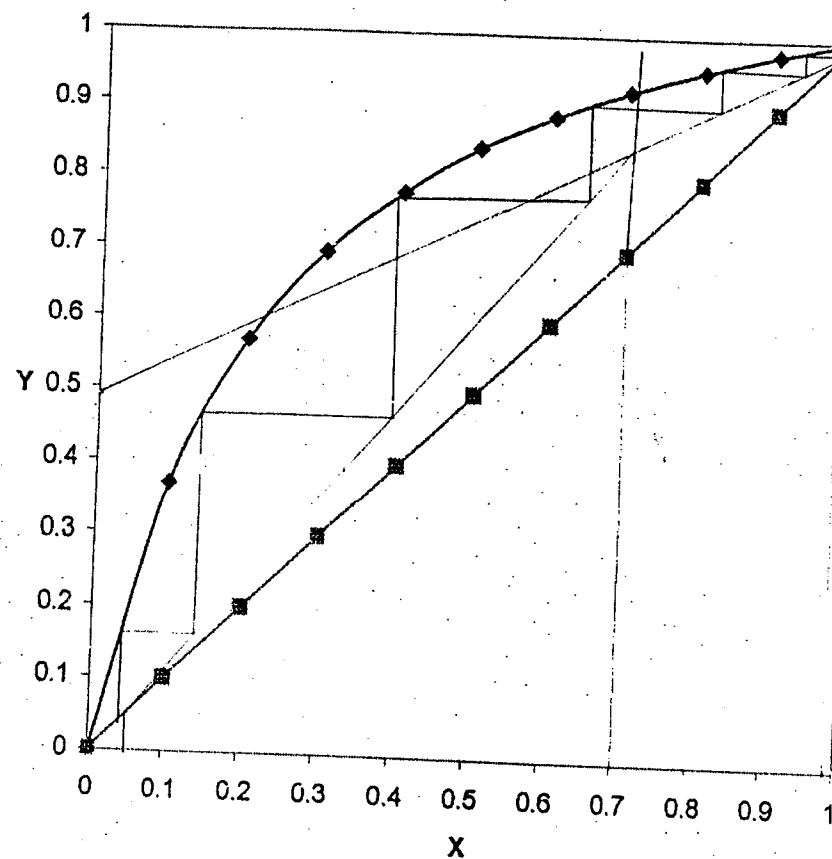
**KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — MR DENGAN $\alpha = 4,4954$
DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 635,60$ KJ/Kg**



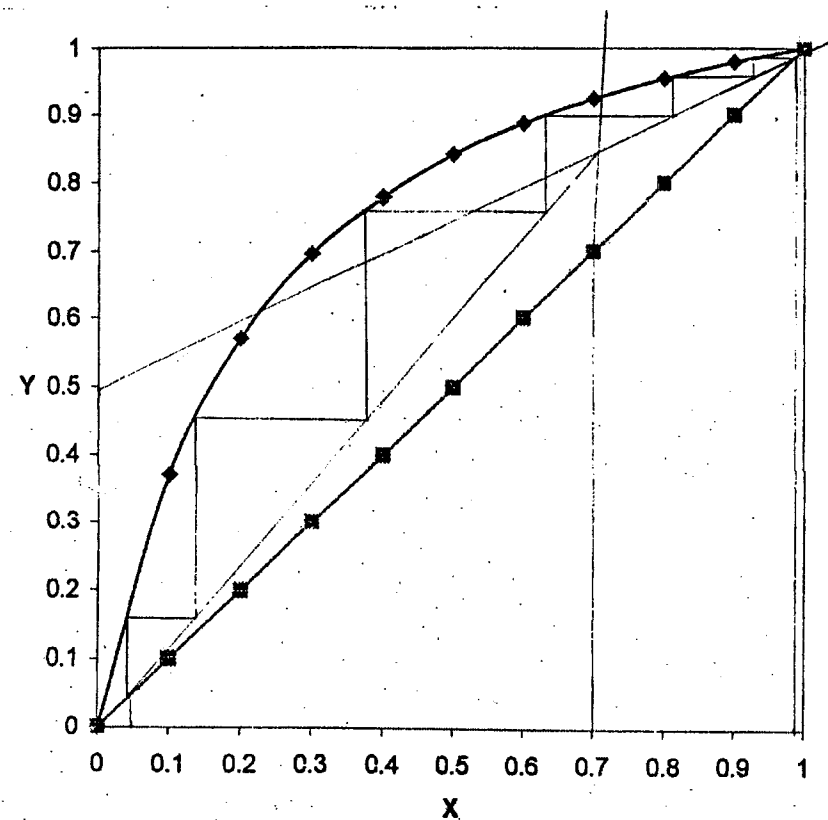
**KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 4,5186$
DENGAN JUMLAH PLATE = 8 buah dan $Q = 633,22$ KJ/Kg**



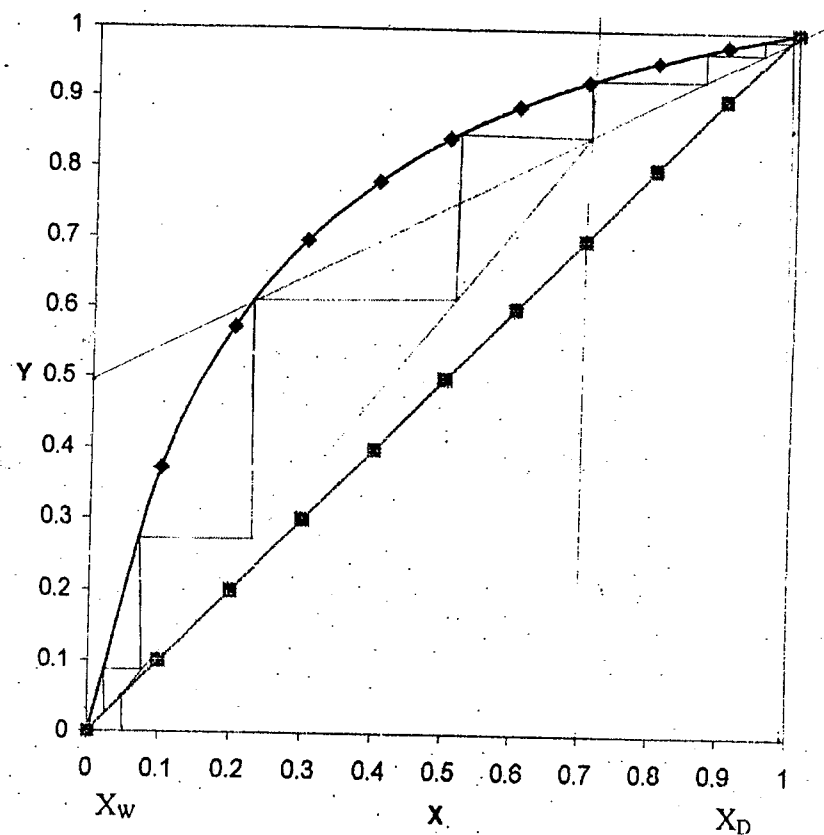
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 5,2828$
DENGAN JUMLAH PLATE = 6 buah dan $Q = 536,73$ KJ/Kg



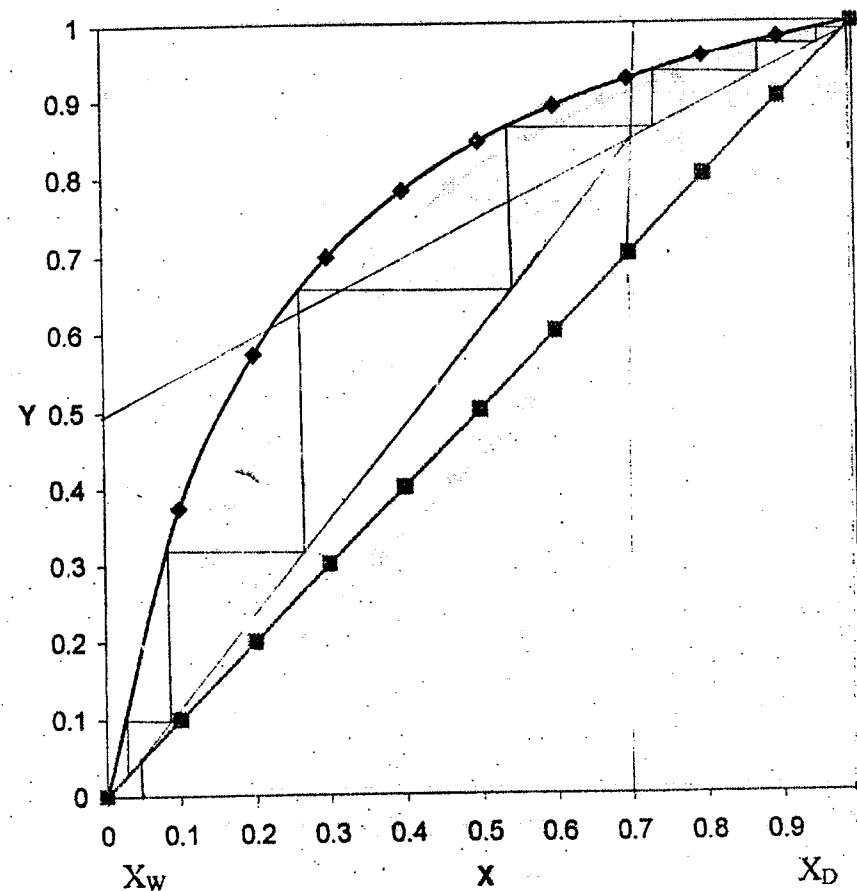
KURVA KESETIRHIANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $a = 5,305$
DENGAN JUMLAH PLATE = 6 buah dan $Q = 534,97$ KJ/1Cg



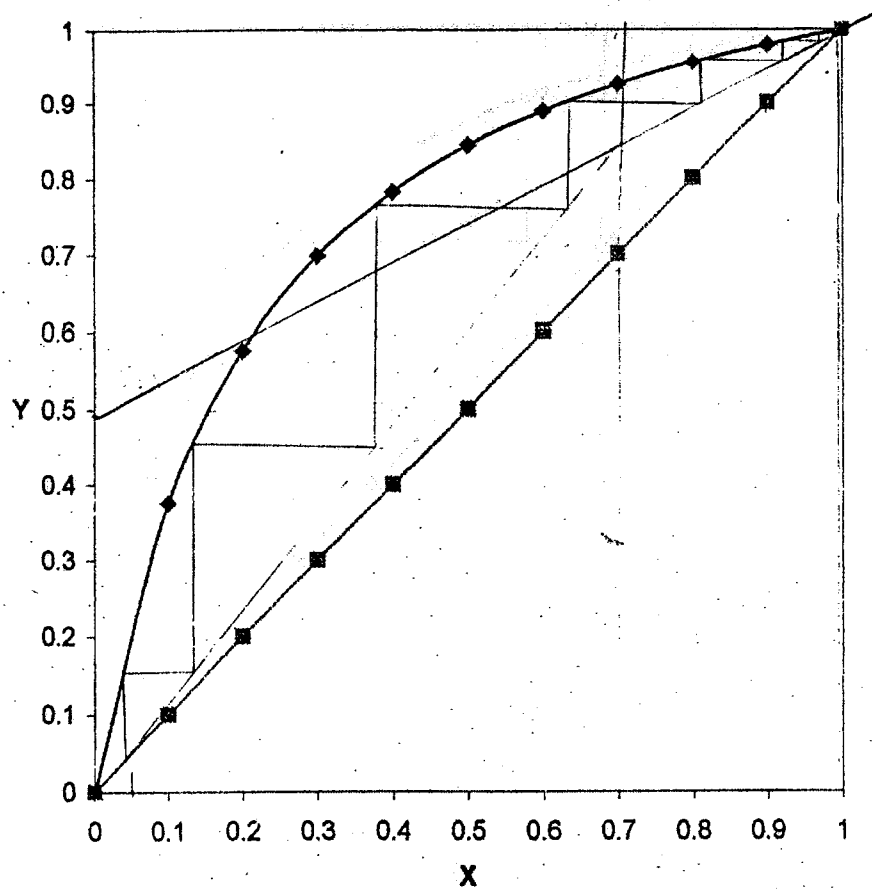
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 5,338$
 DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 532,08$ KJ/Kg



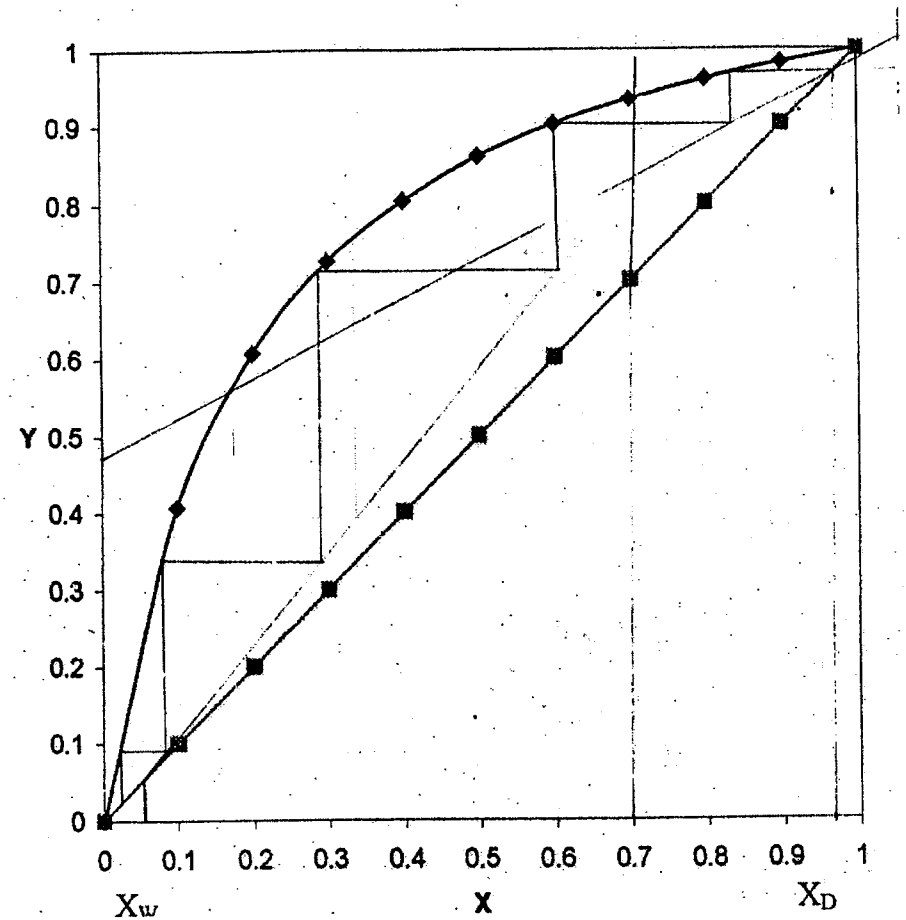
KURVA KESETEVIBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 5,338$
 DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 532,08$ KJ/Kg



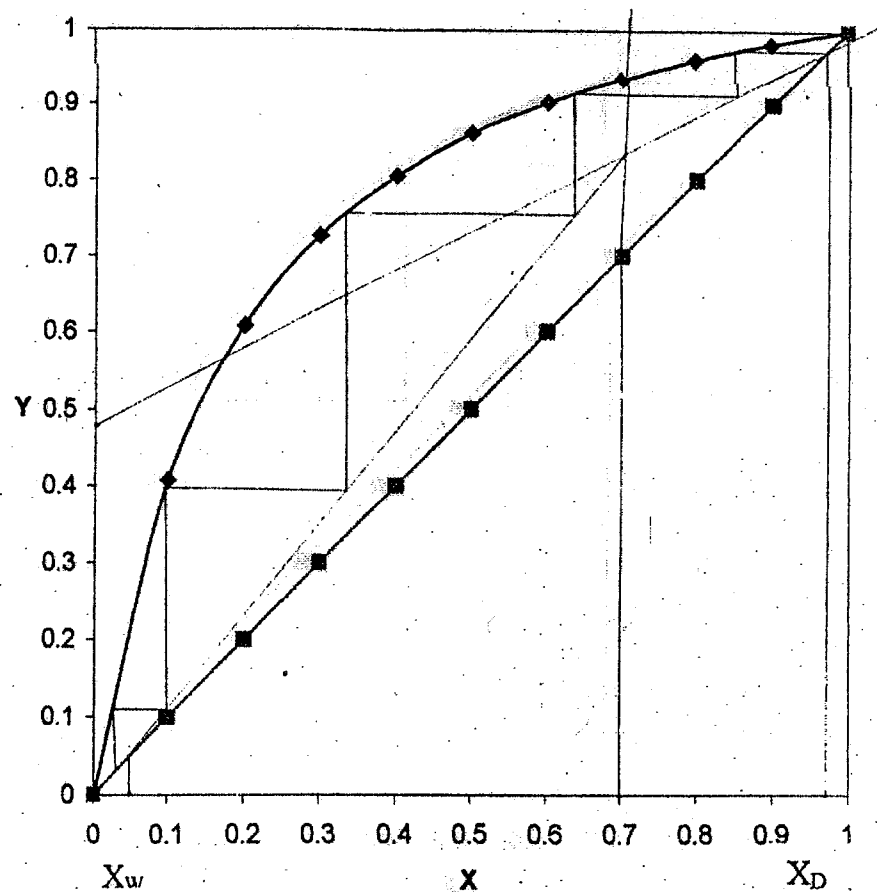
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 5,369$
DENGAN JUMLAH PLATE = 7 buah dan $Q = 529,14$ KJ/Kg



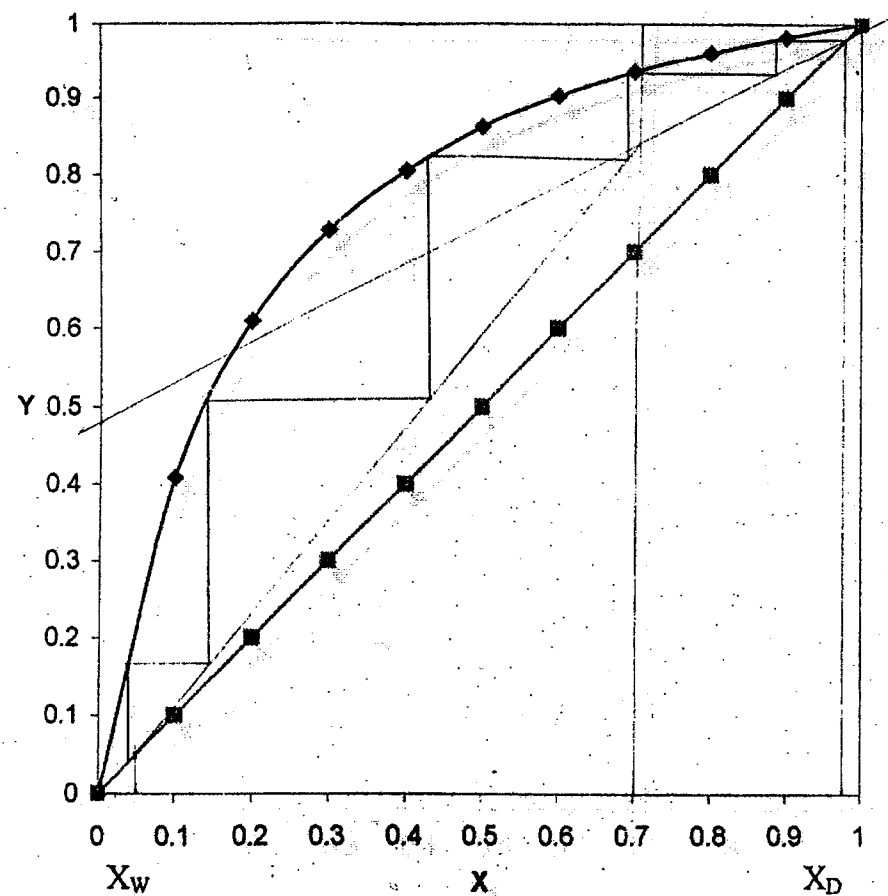
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 6,1638$
DENGAN JUMLAH PLATE = 5 buah dan $Q = 457,95$ KJ/Kg



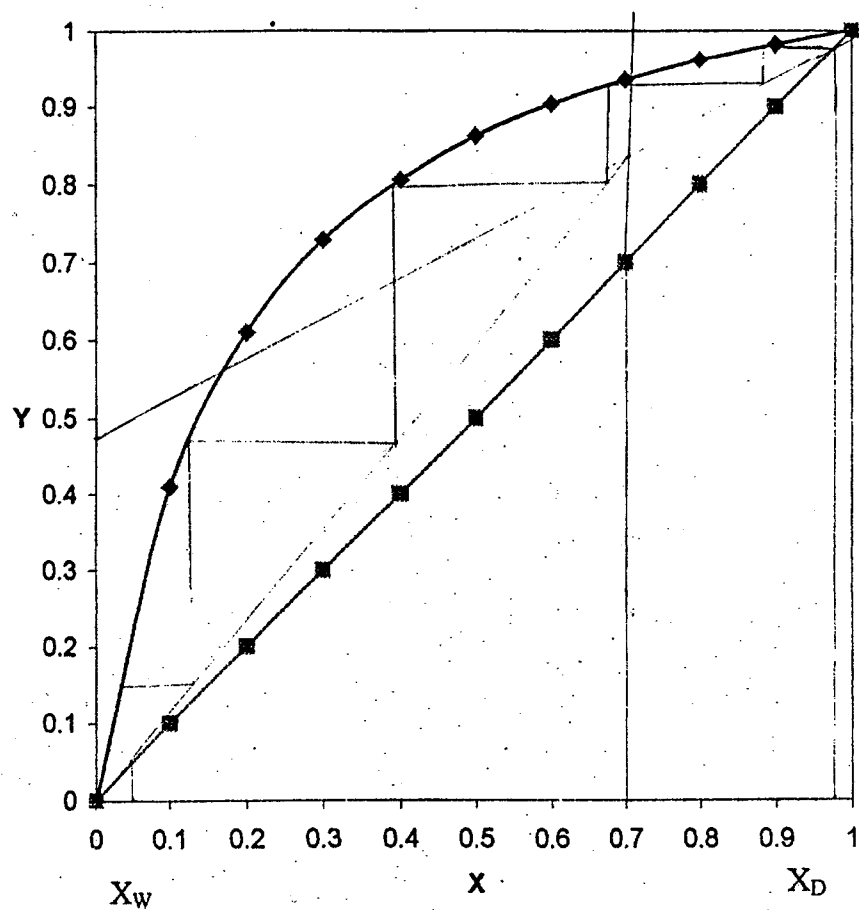
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $a = 6,1988$
DENGAN JUMLAH PLATE = 5 buah dan $Q = 455,23$ KJ/Kg



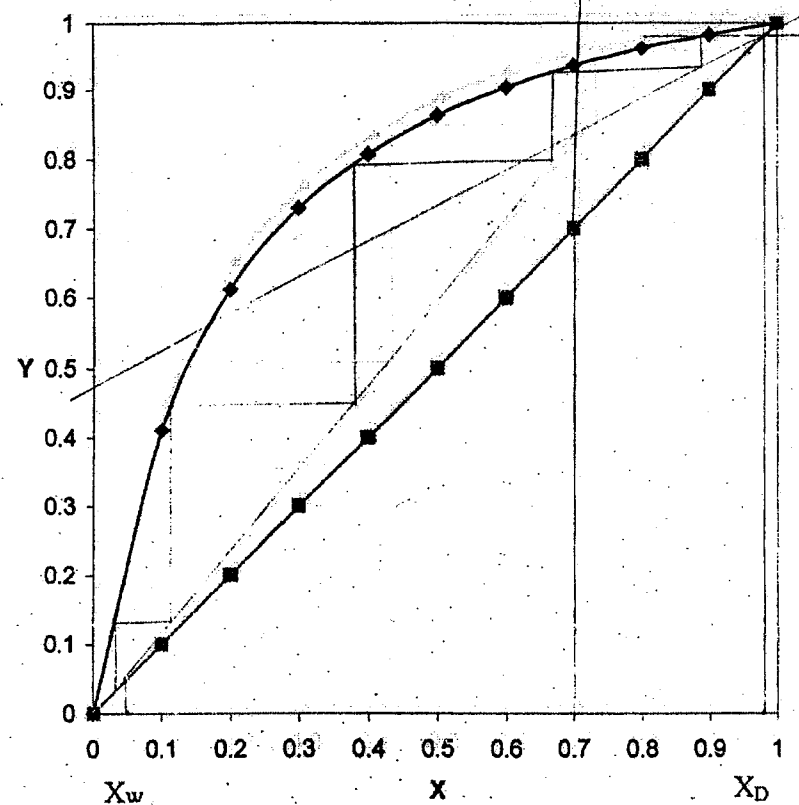
KURVA ICESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $a = 6,2249$
DENGAN JUMLAH PLATE = 5 buah dan $Q = 453,73$ KJ/ICg



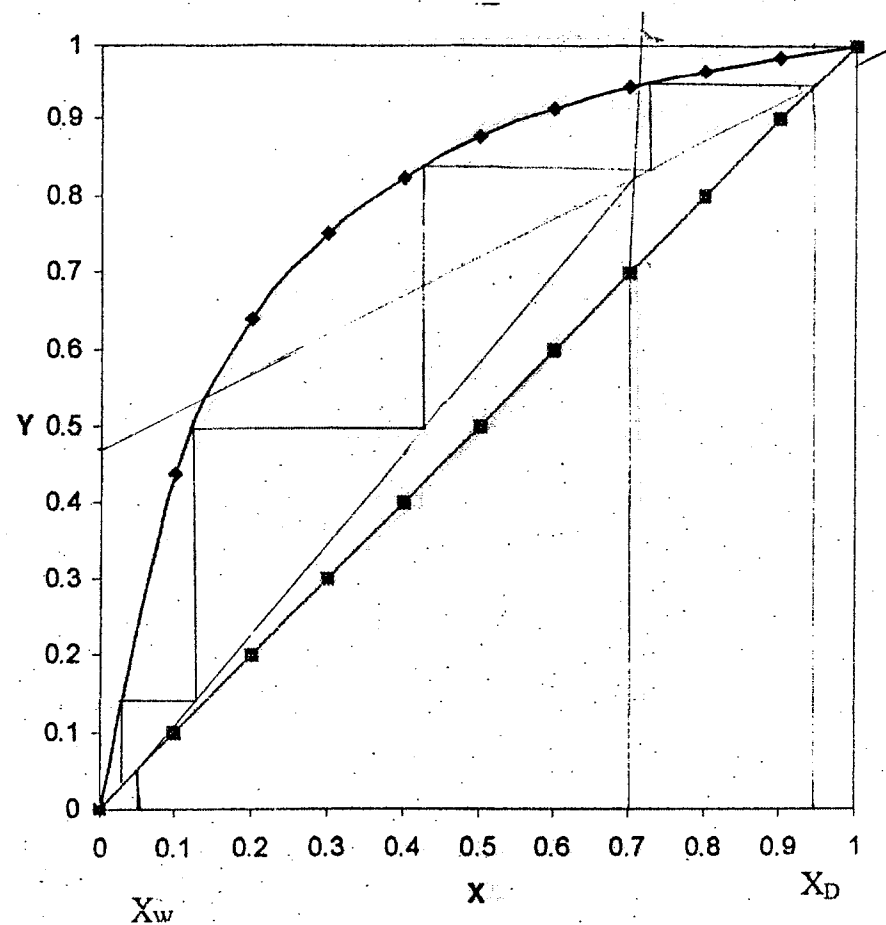
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 6,2575$
 DENGAN JUMLAH PLATE = 5 buah dan $Q = 451,50$ KJ/Kg



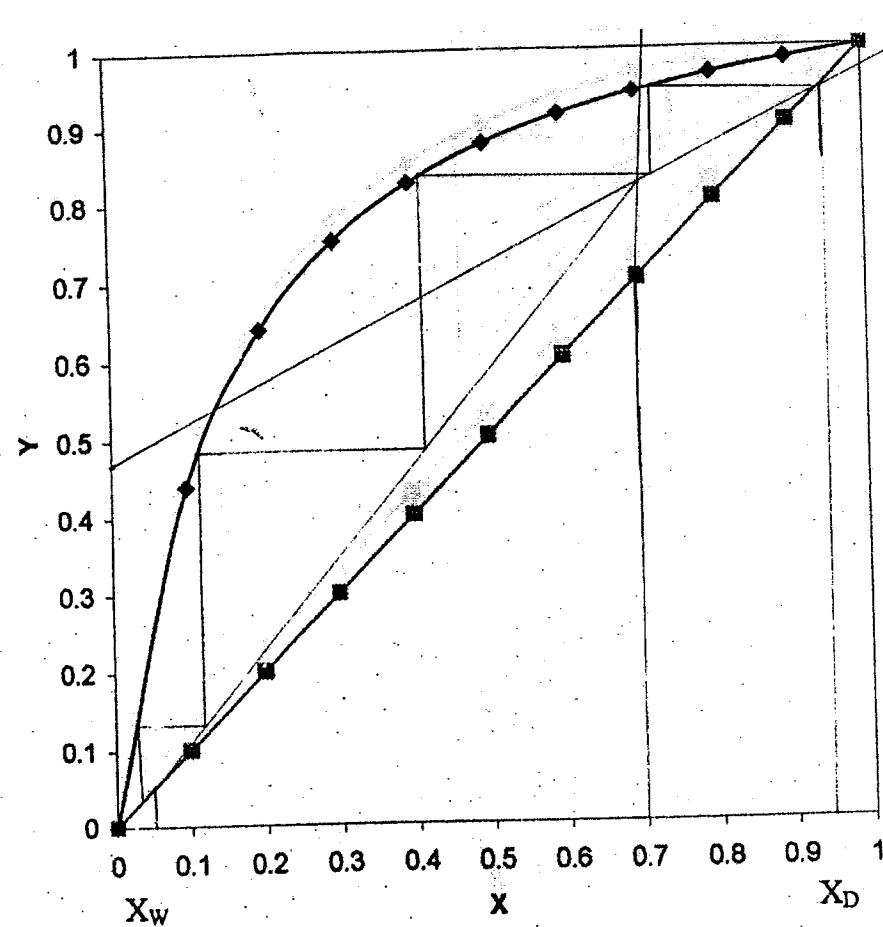
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 6,2905$
 DENGAN JUMLAH PLATE = 5 buah dan $Q = 449,26$ KJ/Kg



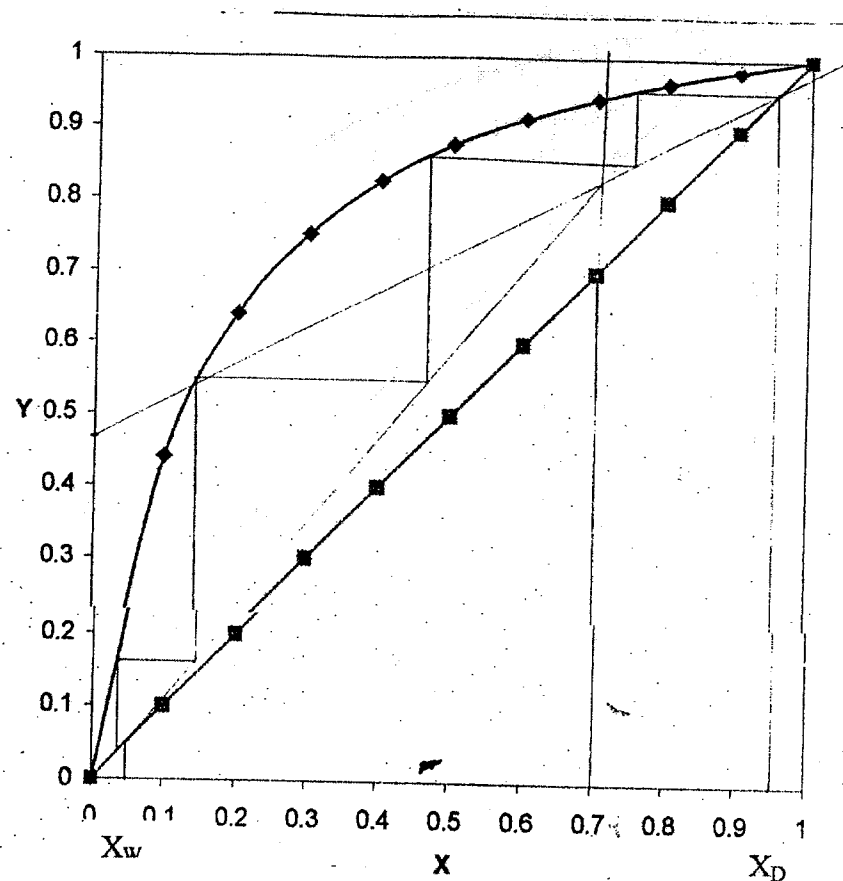
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 7,046$
 DENGAN JUMLAH PLATE = 4 buah dan $Q = 399,17 \text{ KJ/Kg}$



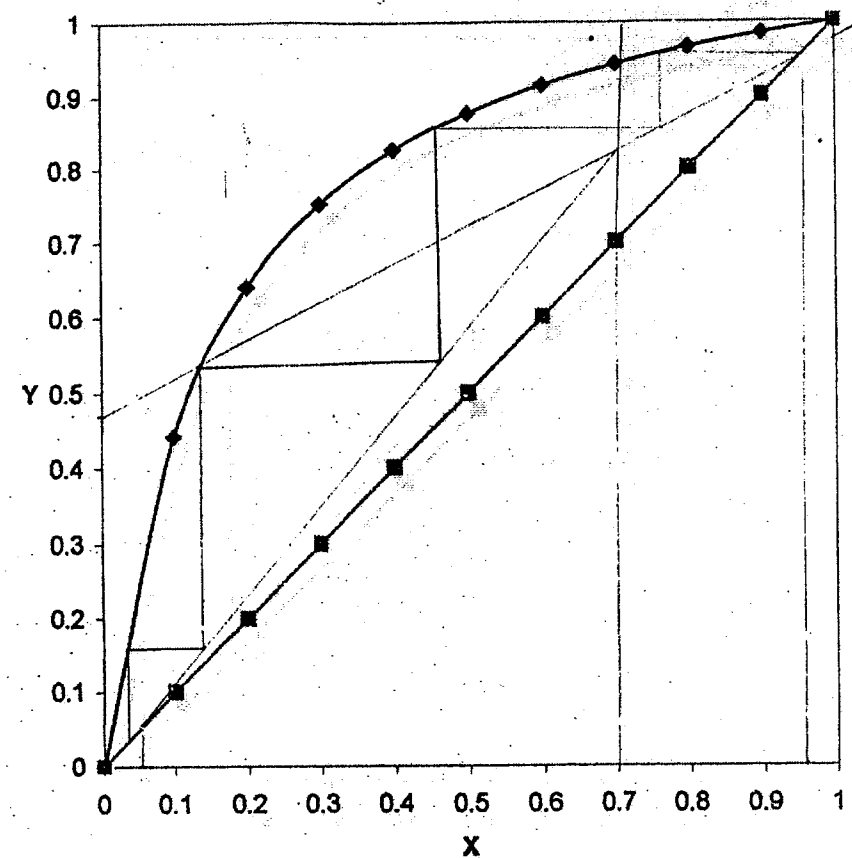
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $a = 7,0803$
 DENGAN JUMLAH PLATE = 4 bush dan $Q = 397,37 \text{ KJ/ICg}$



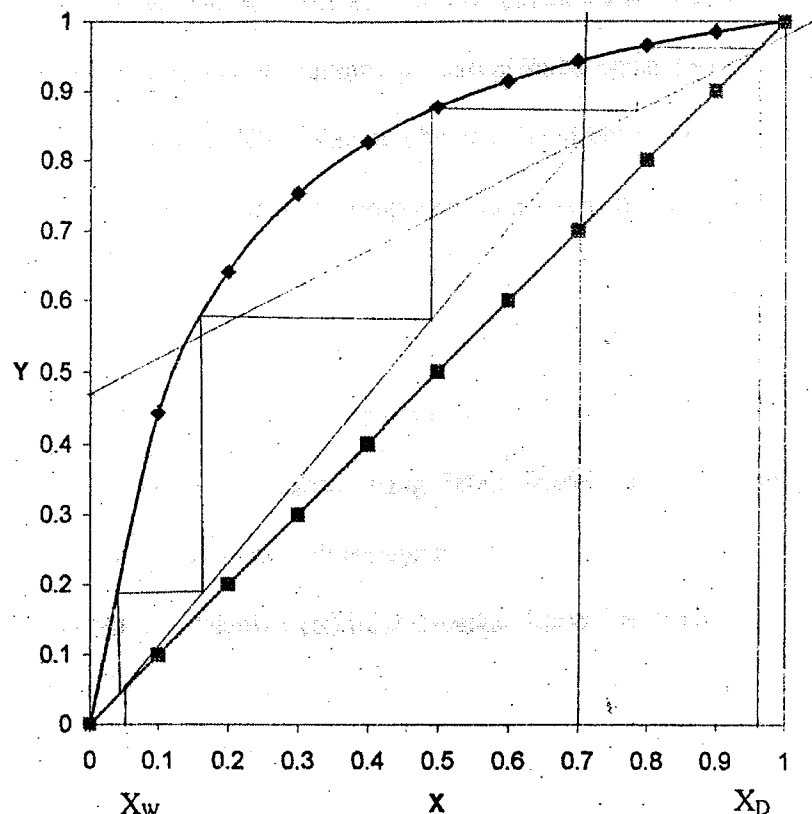
KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 7,1014$
DENGAN JUMLAH PLATE = 4 buah dan $Q = 396,56$ KJ/Kg



KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 7,1408$
DENGAN JUMLAH PLATE = 4 buah dan $Q = 396,28$ KJ/Kg



**KURVA KESETIMBANGAN ETHANOL — AIR DENGAN $\alpha = 7,1518$
DENGAN JUMLAH PLATE = 4 buah dan $Q = 394,09$ KJ/Kg**



IV.3. Pembahasan

Dari data terlihat bahwa "semakin banyak penambahan garam yang terlarut dalam solvent ethylene glycol sangat mempengaruhi kadar ethanol yang didapatkan".

Penambahan garam K_2CO_3 di dalam ethylene glycol bertujuan untuk menaikkan harga relative volatility komponen-komponen campuran ethanol – air agar lebih besar, sehingga komponen – komponen tersebut dapat dipisahkan dengan mudah. Hal ini dikarenakan garam K_2CO_3 merupakan senyawa yang non volatile dan mampu mengikat air namun tidak ikut terlarut ke dalam system ethanol-air. Sedangkan ethylene glycol memiliki volatilitas yang lebih rendah dari komponen semula (ethanol – air) sehingga tidak mudah menguap.

Dari harga relative volatility (α) ini didapatkan kurva kesetimbangan ethanol-air baru yang tidak membentuk suatu campuran azeotrop sehingga jumlah plate dan kebutuhan energi dapat dihitung.

Dari data diatas menunjukkan bahwa dengan penambahan ethylene glycol dan garam K_2CO_3 yang bervariasi dapat meningkatkan kadar kemurnian ethanol. Hal ini dikarenakan ethylene glycol memiliki volatilitas yang lebih rendah dan komponen semula (ethanol – air) sehingga tidak mudah menguap dan mampu menghasilkan produk alcohol berkualitas tinggi. Dan garam merupakan senyawa yang non volatile dan mampu mengikat air (memiliki efek dehidrasi yang cukup tinggi). Sehingga didapatkan kadar ethanol yang tertinggi yaitu sebesar 99,74% berat pada variasi penambahan garam sebesar 55 gr yang dilarutkan dalam 300 ml ethylene glycol.

Penentuan jumlah plate ini dipengaruhi oleh besar kecilnya harga α dan % berat distilat (X_D). semakin tinggi nilai α maka semakin banyak

jumlah plate yang dibutuhkan. Akan tetapi penentuan jumlah plate ini dipengaruhi oleh % berat distilat (X_D). Meningkatnya harga α ini juga mempengaruhi kebutuhan energi yang dikonsumsi untuk kolom distilasi. Semakin tinggi nilai α maka semakin sedikit energi yang dibutuhkan. Dari data dapat dilihat jumlah plate pada saat kondisi terbaik pada 300 ml ethylene glycol dan 55 gr K_2CO_3 sebanyak 7 buah plate.

Dari data diatas kebutuhan energi semakin menurun seiring dengan penambahan ethylene glycol dan garam K_2CO_3 . Hal ini dikarenakan oleh adanya meningkatnya harga α yang berpengaruh pada kebutuhan energi yang dikonsumsi untuk kolom Distilasi Ekstraktif. Semakin tinggi harga α maka semakin sedikit / rendah energi yang dibutuhkan. Pada saat penambahan 300 ml ethylene glycol dan 55 gr garam K_2CO_3 diperoleh kemurnian ethanol yang paling besar 99,74 % berat dan membutuhkan energi sebesar 524.89 KJ/Kg.

Perhitungan jumlah plate dengan menggunakan metode perhitungan secara McCabe-Thiele ini sangat berbeda dengan hasil plate yang didapat dari rumus $N = 4/\alpha - 1$. Jumlah plate yang didapat dari rumus relatif sangat kecil sekali, pada kondisi terbaik didapatkan plate sebanyak 0,907 buah sehingga tidak memungkinkan dijadikan patokan jumlah plate yang dibutuhkan dalam operasi distilasi ekstraktif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

- Penambahan ethylene glycol dan garam K_2CO_3 dapat meningkatkan relatif Volatility system ethanol-air, sehingga ethanol-air dapat dipisahkan melampaui komposisi azeotropnya.
- Metode ini rasio entrainer yang dibutuhkan 1:1, pada saat penambahan 300 ml ethylene glycol dan garam K_2CO_3 55 gram diperoleh kemurnian ethanol yang terbaik yaitu sebesar 99,74 %, jumlah plate 7 buah dan kebutuhan energi sebesar 524.89 KJ/Kg.
- Metode ini dapat diterapkan pada industri ethanol yang menggunakan ethylene glycol sebagai entrainer, karena dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi rasio solvent, dan memperkecil energy.

V.2. Saran

Untuk mendapatkan data distilasi ekstraksi ethanol – air yang lebih akurat ketelitiannya maka penelitian yang harus ditingkatkan mengingat bahwa ethanol yang dihasilkan sangat volatile yang memiliki kemurnian yang sangat tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Akira Ueda, Koichi Kato, Katsumi Mogi, Ed Mroczek and Ian A. Thain, 2002, *Silica removal from Mokai, New Zealand, geothermal brine by treatment with lime and a cationic precipitant*, Geothermal and Energy, Technical Services Ltd., 19 Cherry Lane, Acacia Bay, Taupo, New Zealand
- Arthur, 1958, *The Condensed Chemical Dictionary*, Maruzen Company, limited, New York
- Fauzi, A., Bahri, S., Akuanbantin, H., 2000, Geothermal Development in Indonesia: An Overview of Industry Status and Future Growth, Proc. World Geothermal Congress, Tohoku, Japan
- Kato koichi, Ueda Akira, Mogi Katsumi, Mori Hiroshi, Shimojo Mikio, 2002, *Journal of the Geothermal Research Society of Japan*, F0489B, Vol.24; No.3; Page.221-236, Japan
- Kirk, Othmer, 1982, *Encyclopedia of Chemical Technology*, edisi 3, Vol.20 hal 749-765, John Wiley and Sons, inc, Taiwan, RRC
- Klug, Harald P and Brasted, Robnert C, 1958, *Text Book of The Elements and Compound of Group IV A ; in Comprehensive Inorganic Chemistry. Vol.7*, De Van Nostrand Company, inc. New York
- Koichi Kato, Akira Ueda, Katsumi Mogi, Hiroshi Nakazawa and Kenji Shimizu, 2003, *Silica recovery from Sumikawa and Ohnuma geothermal brines (Japan) by addition of CaO and cationic precipitants in a newly developed seed circulation device*, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Iwate University, 4-35 Ueda, Morioka, Iwate, 020-8551, Japan

- Muchtar Aziz, 1993, *Percobaan Pembuatan Kapir ringan dalam Skala kecil*, Buletin PPTM vol.15 No.15, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung
- Pablo Gutierrez, William B, Bruton C, and Funds, 2002, *Co-production of Silica from Geothermal Fluid*, CEC kick-off meeting, United States
- Perry, R.H, 1999, *Chemical Engineering Hand Book*, 7th edition, Mc Graw-Hill Book, Kogakuha, ltd, Tokyo
- Srie Muljani, Risky Fajar dan Sutikno, 2008, *Isolasi Silika dari Limbah Padat Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi*, Laporan Penelitian
- Sugita H, Isao M, Tsutonni 7, 2000, *Silica Scale Prevention Methode Using Seed Made from Geothermal Brine*, Proceedings World Geothermal Congress, Japan, p.2925
- Turner, F.M, 1956, *The Condensed Chemical Dictionary*, edisi 5, Reinhold Publishing Corporation, New York.

www.geodipa.co.id

www.kimia@net.com

www.pertamina.com

www.wikipedia-indonesia.com